Beiträge zur kenntniss des baues und der funktionen der insektenbeine ...

Friedrich Dahl



Beiträge

zur

Kenntniss des Baues und der Funktionen

der

Insektenbeine.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde,

der philosophischen Fakultät

der

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt

von

Friedrich Dahl

aus Rosenhöfer Brök.

Mit drei Tafeln.

Berlin 1884.

Nicolaische Verlags-Buchhandlung

R. Stricker.

Imprimatur.

Dr. A. Engler

z. Z. Dekan.

Einleitung.

In der ausserordentlich umfangreichen Literatur über Insekten finden wir eine Menge von Notizen über die Beine derselben; denn in fast jeder ausführlichen Beschreibung eines Thieres wird auch der Beine desselben gedacht. Dennoch befindet sich unsere Kenntniss des Insektenbeines noch auf einer recht niedrigen Stufe. Die Gründe dieser eigenthümlichen Thatsache sind vielleicht folgende: Einerseits sind die allermeisten Schriften entomologischen Inhaltes rein systematischer Natur. Die Systematiker aber geben meistens nur eine Beschreibung der äussern Theile, die oft auch nur recht oberflächlich ist. Manche benutzen wohl nicht einmal ein Mikroskop dazu. Eigenthümlichkeiten führen sie wohl an, um Familien, Gattungen und Arten zu charakterisiren. Dagegen liegt es ihnen gewöhnlich fern, eine physiologische Erklärung derselben zu geben.

Aber auch diejenigen Entomologen, die sich mit dem anatomischen Bau und der Physiologie der Insekten beschäftigten, wandten ihre Aufmerksamkeit stets mehr dem axialen Theile zu, während die Extremitäten oft ganz unberücksichtigt blieben; sei es, dass man sie mit Unrecht für weniger wichtig hielt, oder dass man ihren Bau für zu einfach ansah, um einer näheren Untersuchung werth zu sein. Nur einige wenige Werke giebt

es, welche etwas näher auf diesen Gegenstand eingehen, aber dies mit so wenig Glück, dass mir eine specielle Arbeit über Insektenbeine am Platze schien.

Unberücksichtigt lasse ich Organe, die sich ausser an andern Körpertheilen nur nebenbei auch an den Beinen finden, wie z. B. die chordotonalen Sinnesorgane Grabers (vgl. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XX, 1882).

Bei der histologischen Untersuchung der Beine verwendete ich als Färbemittel überall mit dem besten Erfolge die von Grenacher vorgeschlagene Hämatoxylin-Mischung. Die Kernfärbung ist bei den meisten Insekten eine recht gute. Um dagegen Chitinmassen zu färben benutzte ich in Alkohol lösliches Fuchsin.

Eine kurze geschichtliche Uebersicht der Literatur werde ich den einzelnen Punkten meiner Arbeit vorausschicken, da die meisten Werke und Abhandlungen unsere Kenntniss des Insektenbeines nur in einer ganz bestimmten Richtung förderten. Nur die Werke derjenigen seien hier erwähnt, welche ein Kapitel speciell dem Insektenbeine gewidmet haben und zwar dem innern sowohl als dem äussern Bau derselben.

H. Strauss-Durckheim, Considérations génerales sur l'anatomie comparée des Animaux Articulés. Paris, 1828.

G. Newport, Insects. In Todd's Cyclopaedia. Bd. II, 1839, pag. 931.

H. Burmeister, Handbuch der Entomologie. Berlin, 1832—55, Bd. I, pag. 106ff, 260 f und 281 f.

V. Graber, Der Organismus der Insekten. München, 1877, pag. 157 ff.

Was nun schliesslich das von mir verwendete Material anbetrifft, so habe ich mich fast ausschliesslich auf deutsche Insekten beschränkt, weil ich diese allein lebend beobachten konnte, während man bei manchen, allerdings recht eigenthümlichen, exotischen Formen allein auf die dürftigen Mittheilungen über ihre Lebensweise angewiesen ist.

Die Arbeiten wurden im zoologischen Institut hierselbst ausgeführt, wo mir Herr Professor Dr. K. Möbius immer mit seinem Rathe zur Seite stand. Ich benutze die Gelegenheit, um ihm für die vielen Bemühungen, denen er sich meinetwegen immer mit der grössten Bereitwilligheit unterzog, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Allgemeines über den Bau des Insektenbeines.

1. Aeusserer Bau.

Ich hätte es kaum für nöthig gehalten, näher auf die allgemeine Form der Kerfbeine einzugehen, wenn nicht einer unserer bedeutendsten Entomologen bei Betrachtung dieses Gegenstandes zu ganz eigenthümlichen Resultaten gekommen wäre. Ich meine Graber, in seiner Schrift „Organismus der Insekten". Es heisst dort pag. 164 folgendermassen: „Betrachten wir nun die Kerfbeine zunächst als Träger und Stützpfeiler des Stammes, so wird man zugeben müssen, dass sie zu diesem Behufe kaum glücklicher organisirt sein könnten. Indem das Körpergewicht von der Hüfte auf den Schenkel, von diesem auf das Schienbein und endlich auf den Fuss übertragen wird, findet jedesmal, da die stabförmigen Beinabschnitte schräg gegeneinander gestellt sind, eine Zerlegung der drückenden Last in zwei Componenten statt, wovon die eine, weil in die Längsaxe des betreffenden Hebels fallend, für das benachbarte Glied verloren geht, so dass schliesslich der Fuss einen verhältnissmässig geringen Druck auszuhalten hat, seine Kraft also für die Vorwärtsbewegung aufsparen kann."

Man kann dem gegenüber zunächst anführen, dass sechs Beine den ganzen Körper tragen müssen, jedes also genau ein Sechstel desselben, mögen sie nun senkrecht oder schräge gestellt sein, d. h. wenn die Last gleichmässig vertheilt wäre, was allerdings nicht genau der Fall ist. Den nahezu sechsten Theil der Last muss jedes Glied tragen und demnach auch das Endglied, wenn dieses allein auftritt, wie es bei vielen Insekten geschieht. Eine allzuschräge Stellung hat sogar zur Folge, dass das Bein dem Zerbrechen in höherem Grade ausgesetzt ist; denn nach bekannten Gesetzen der Physik ist ein Zerbrechen am wenigsten möglich, wenn ein Druck genau in der Längsrichtung auf einen Stab wirkt. Der Fehler, den Graber in seiner mechanischen Darstellung macht, ist der, dass er die Verlegung des Angriffspunktes einer Kraft mit einer Kraftzerlegung verwechselt.

Ein Vortheil, der durch die schräge Stellung erreicht worden ist, ist ein sehr stabiles Gleichgewicht. Allerdings ist

dasselbe, wie wir es jetzt bei den Insekten vor uns haben, weit stabiler als z. B. bei den Säugethieren. Dies ist aber auch nöthig, weil fast alle Insekten auf Klettern angewiesen sind. Das Klettern besteht überall, um mich eines Turnerausdruckes zu bedienen, mehr oder weniger in einem Hangeln, d. i. das Thier bewegt sich vorwärts, indem es immer gewissermassen an dem Gliede oder den Gliedern hängt, mit welchen es sich angeklammert hat. Bei den wahren Kletterern unter den Säugethieren, den Faulthieren und Affen, sind zu diesem Behufe die Gelenke der Beine äusserst excursionsfähig. Einer so vollkommenen Beweglichkeit treten aber bei den Insekten verschiedene Schwierigkeiten entgegen. Einerseits ist bei einem äussern Skelet nicht eine gleiche Excursionsfähigkeit der Gelenke möglich, wie bei einem innern Skelet, und andererseits setzt die Bewegung einen complicirten Muskelbau voraus. Es musste also hier derselbe Zweck durch ein anderes Mittel erreicht werden und das ist die schräge Stellung der Beine. Man kann diesen Bau als eine noch vollkommenere Klettereinrichtung bezeichnen, als den der genannten Wirbelthiere; denn dem Insekt ist es vollkommen einerlei, in welcher Richtung es über eine senkrechte Fläche hinläuft, ob mit dem Kopfe nach oben, unten oder seitwärts, es hängt immer an zwei oder drei nach oben gerichteten Beinen und die unteren sowohl als auch die Schienenenden der nach oben gerichteten Beine müssen besonders nur als Stütze gegen die Fläche dienen.

An dieser Stelle wollen wir uns auch die Frage vorlegen, worin denn die constante Sechszahl der Beine ihren Grund habe. Auch diese Zahl steht mit der Function als Kletterorgan in Beziehung. Einerseits können 6 Beine ziemlich nach allen Richtungen ausgebreitet werden und sie lassen daher die Möglichkeit zu, dass der Körper beim Laufen auf einer senkrechten Platte in allen Fällen wenigstens ein Bein in einer fast senkrechten Lage nach oben hat. Andererseits ist es aber auch wichtig, dass immer wenigstens drei Füsse bei einem solchen Kletterer angeheftet sind. Da die Zahl drei die kleinste ist, welche ein stabiles Gleichgewicht ermöglicht, so ist sechs als Beinzahl für ein Kletterthier dieser Art das Minimum, das noch vollkommen den Anforderungen entspricht und desshalb von einer so grossen Thierklasse, wie sie die Insekten bilden, erreicht wird.

Das Fehlen eines der drei Beinpaare ist allerdings nicht

unmöglich. Es zeigen uns das die Tagschmetterlinge, die fast ausschliesslich zu Flugthieren geworden sind und deshalb die Beine nur noch zum Anhängen gebrauchen. Bekanntlich besitzt eine grosse Abtheilung unter ihnen verkümmerte Vorderbeine. Oft sind dieselben sogar soweit reducirt, dass man sie kaum noch unter den Schuppenhaaren des Körpers erkennen kann. Man sieht hier, wie leicht ein Paar durch Nichtgebrauch verkümmern kann, da andere Falter, die mit jenen äusserst nahe verwandt sind, vollkommene Beine haben. Sie stehen in ihrer Lebensweise einander sogar so nahe, dass es schwierig wird, zu erkennen, weshalb denn die einen die Vorderbeine besitzen, während sie den andern fehlen. Da das Fehlen beim Männchen anhebt — ich erinnere nur an *Nemeobius Lucina L.* —, so kann man vielleicht vermuthen, dass sie bei den andern verwandten Gattungen bei der Brutpflege Verwendung finden. Auch einige Dipteren scheinen ein Paar ihrer Beine fast gar nicht mehr zum Gehen zu gebrauchen. Wenn z. B. *Culex pipiens L.* sitzt oder geht, so hat sie die Hinterbeine immer in der eigenthümlich erhobenen Lage, welche sie beim Fluge einnehmen und nur bisweilen werden sie beim Laufen noch mit verwendet. Hier würden vielleicht schon die stärkeren Hinterbeine verkümmert sein, wenn nicht dadurch der Schwerpunkt verlegt würde und so weitgreifende Veränderungen in der ganzen Organisation des Thieres nöthig wären. Zum Balanciren sind sie also wohl noch da. Unmöglich ist indessen auch nicht, dass sie als feines Tastorgan fungiren wie die Vorderfüsse der *Chironomus*-Arten.

Die Zahl der Tarsenglieder wechselt bekanntlich, doch ist ein sehr vorwaltendes Maximum die Zahl fünf. Es sind in dieser Zahl entschieden keine Verwandtschaftsbeziehungen zu suchen, da Abweichungen in nahestehenden Gruppen nicht selten sind. So haben wir unter den Staphylinen sowohl als unter den Pteromalinen Gruppen mit verschiedener Zahl der Tarsenglieder, obwohl sie im Uebrigen doch in eine Familie vereinigt werden müssen. Wir haben also die Zahl fünf wohl als ein äusserst günstiges Maximum anzusehen. Einige Autoren haben aus den fünf Gliedern sechs machen wollen, indem sie die Krallen mit den oft dazwischen befindlichen Haftorganen als besonderes Glied ansahen. Dahinzu müsste man dann wohl die später zu betrachtende Streckplatte nehmen. Diese Annahme kann auch vollkommen zugegeben werden, man müsste nur den Begriff eines

Tarsengliedes etwas weiter fassen. Im Ganzen ist es indessen doch vollkommen gleichgültig, ob man sich dieser oder jener Ansicht zuneigt und mit Gründen, die man für die eine oder andere beibringt, ist im Grunde genommen nichts gewonnen. Genetisch sind entschieden die Krallen als bewegliche Haare oder Borsten aufzufassen und vielleicht auch die Haftläppchen.

B. Innerer Bau.

Der erste, der bei seinen anatomischen Untersuchungen an Insekten auch den Bau der Beine berücksichtigte, war Strauss-Durckheim (l. c. pag. 105 ff.) Er giebt uns eine Darstellung der Muskulatur, die allerdings, wie es der ziemlich schwierig zu untersuchende Gegenstand, bei den damaligen Hülfsmitteln schon erwarten lässt, etwas fehlerhaft ausfallen musste. Sie ist aber bis heute noch in fast keiner Weise berichtigt worden. Er nimmt einen *flexor* und *extensor* der Krallen, der Tarsen, der Schiene und des Trochanters an; ferner einen *abductor* des Trochanters. Der *flexor* der Tarsen sollte sich als Sehne am Grunde der Krallen ansetzen und der *extensor* im Metatarsus. In Betreff der Kritik dieser Darstellung kann ich auf meine eigene Ausführung verweisen.

Newport (l. c. pag. 934) giebt nur das von Strauss Durckheim Gesagte wieder.

Burmeister (l. c. pag. 260 und 281 ff.) geht namentlich etwas näher auf die Gelenkverbindungen ein. Er rechnet zu seinem *gynglimus* das Hüft-, Trochanter-, Schenkel- und Schienengelenk und zu seiner *arthrodia* das Gelenk des Tarsengliedes, indem er das ganze Ende als Gelenkfläche ansieht. Der Muskel im Trochanter soll nach ihm das Bein heben.

Langer giebt in „den Denkschriften der Academie der Wissenschaften“ (Bd. XVIII, Wien, 1860, pag. 99 ff.) eine eingehende Darstellung der Gelenke der Arthrozoen. Er erklärt alle Gelenke für Charniere. Bei den Tarsengliedern seien allerdings die Endpunkte der Axe undeutlich. Der Trochanter soll nur Epiphysentheil des Schenkels sein.

Tuffen West meint (Transact. of the Linn. Soc. of London, 1862. Vol. XXIII, pag. 414 f.), dass die Fäden die an die Haare in den Beinen der Insekten treten, nicht Nerven sondern Muskeln seien. Eine Ansicht, die nur einer aussprechen kann, der so wenig Histologe ist wie er.

Targioni Tozetti (Bullet. Soc. Entom. Ital. T. I, pag. 130) findet in den Schienen von *Gyrinus natatur L.* nur einen Muskel, den er als *extensor* deutet.

Liebe (Programm des Gymnasiums zu Chemnitz 1873) giebt eine Darstellung der Gelenke bei den Insekten und geht auch kurz auf die Beingelenke ein.

Graber (l. c. pag. 151 ff.) scheint selbst das Bein untersucht zu haben, schliesst sich aber in Darstellung der Muskulatur eng an Strauss-Durckheim an.

Ich beginne meine Darstellung des Baues mit der der Muskeln und Gelenke und wende mich zunächst den Tarsengliedern zu (Fig. 1).

Die Muskulatur im Endtheil des Beines ist bei weitem nicht so complicirt, wie man geglaubt hat, und wie man es auch aus der Zahl der beweglichen Gelenkverbindungen schliessen sollte. Sind doch selbst manche haarförmigen Theile, so namentlich die Schienensporen beweglich eingelenkt. Die Gesammtheit der Tarsenglieder, die meist aus 5 gelenkig verbundenen Stücken, oder wenn man die Krallen einrechnet, aus 6 Stücken besteht, wird nur durch 2 Muskeln in Bewegung gesetzt. Der eine von ihnen greift am Grunde der Krallen an und der zweite am Grunde des ersten Tarsengliedes. Betrachten wir davon zunächst den Krallenbeuger, den wir auch *flexor tarsorum unguiumque communis* nennen können, mit den zugehörigen Gelenken.

Die Krallen selbst besitzen, jede auf ihrem Wurzelende, ein kleines Grübchen. Mit diesem sind sie je auf einem kleinen Höckerchen der äussern Chitinhülle, unabhängig von einander beweglich, eingelenkt. An ihrer ventralen Seite, basalwärts haben sie einen Vorsprung, der durch eine elastische Haut mit einer medianen Chitinplatte (Fig. 2 st.) der Streckplatte, wie ich sie aus gleich zu erörternden Gründen nennen will, in Verbindung steht. Die Streckplatte senkt sich in das häutig geschlossene Ende des letzten Tarsengliedes ein. An ihrem Grunde ist, etwas beweglich, die Sehne des Krallenbeugers (Fig. 2 s.) angeheftet. Diese Sehne geht durch alle Tarsenglieder (Fig. 1 s.) und tritt in die Schiene über. Die einzelnen Tarsenglieder sind, in einfachster Form, fast walzige Röhren aus fester Chitinmasse, die nach dem Grunde hin enger werden und sich hier mehr oder weniger in das nächstvorhergehende Glied einsenken können. Alle Glieder stehen durch biegsame Gelenkhäute mit einander

in Verbindung. Das engere Ende der Röhre ist aber nicht gerade abgeschnitten, sondern trägt an der dorsalen Seite einen Vorsprung (Fig. 3 z), der namentlich bei schlanken und dünnen Beinen, z. B. denen der Tipuliden, eine bedeutende Länge erreicht. Das Ende dieses Vorsprungs oder Zapfens ist ein wenig nach hinten gebogen und abgerundet. Dem Zapfen entsprechend befindet sich in der Nähe des distalen Endes des nächst vorhergehenden Tarsengliedes, im Innern, an der dorsalen Seite ein breiter Ansatz, der eine runde Grube für das Ende des Zapfens trägt. Der Zapfen kann allerdings kürzer werden, indem die ganze Röhre sich tiefer in das vorhergehende Glied einsenkt und oft, z. B. bei manchen Coleopteren sogar etwas halsförmig abgeschnürt ist. Doch ist derselbe auch hier meist als deutlicher Vorsprung sichtbar und scheint von Langer (l. c. pag. 126 und Fig. 38) nur übersehen zu sein. Andererseits kann der Zapfen dadurch kürzer werden, dass das ganze Glied sich verbreitert und verkürzt. Die Spitze des Zapfens ist dann oft abgestutzt und kann sogar ausgerandet sein, wie z. B. bei manchen Orthopteren. Nicht selten kommen bei den einzelnen Gliedern verschiedene Formen der Gelenkverbindung vor (Fig. 3), so ist der Zapfen namentlich am ersten Tarsengliede gewöhnlich sehr kurz und wird dann sogar vom ventralen Theile überragt. Möge der Zapfen aber auch geformt sein wie er wolle, oder selbst fast ganz fehlen, die entsprechende Wirkung zeigt sich immer in derselben Weise und diese ist folgende: Wenn sich der Muskel des Krallenbeugers contrahirt und einen Zug auf die Sehne ausübt, so müssen die Tarsen immer nach unten gebogen werden, weil oben zwei Chitinränder aufeinander stossen und ein weiteres Zurückweichen verhindern.

Auf die Krallen und die Tarsenglieder wirkt allein der Muskel der genannten Sehne. Wenn man trotzdem andere Muskeln gefunden haben will, so hat das darin seinen Grund, weil man einen den Wirbelthieren analogen Bau vermuthete und in Folge dessen wahrscheinlich Theile der Gelenkhaut für Muskeln hielt. Graber sagt auch geradezu, dass sie sehr schwer zu präpariren seien. Hat man sich übrigens nur von der Form der Gelenke überzeugt, so sieht man sofort ein, dass gar keine Streckmuskeln angreifen können. Wenn unter den vorhandenen Theilen ein Muskel sich befinden sollte, so müsste es eben die

Gelenkhaut sein, welche sich zwischen der Einlenkung der Krallen befindet. Nach der früheren einfachen Präparirmethode konnte man hier wohl zweifelhaft bleiben. Färbt man aber mittlere Längsschnitte der Füsse mit Hämatoxylin, so bekommen die Muskelbündel mit ihrer starken Querstreifung und ihren centralen Kernreihen ein so charakteristisches Aussehen, dass sie mit einer Chitinhaut nicht zu verwechseln sind.

Es drängt sich uns jetzt die Frage auf, wodurch denn alle übrigen Fussmuskeln entbehrlich oder gar überflüssig werden.

Der Beugung der Krallen, um wieder mit diesen zu beginnen, setzt sich scheinbar gar keine feste Schranke entgegen, und ihre Excursionsfähigkeit ist auch in der That eine recht bedeutende. Anstatt der gesuchten festen Hemmung finden wir aber eine nachgiebige, die zugleich die Functionen eines Krallenstreckers übernimmt. Es ist dies die schon erwähnte Streckplatte (Fig. 2 st.), die wir demnach auch *stipes extensor unguium* nennen können. Sie bildet eine schmale Chitinplatte, die am distalen Ende meist abgestutzt ist und sich als eine weichere Haut fortsetzt. An den Seiten steht sie hier mit dem ventralen Höcker der Krallen durch eine Gelenkhaut in beweglicher Verbindung. Am proximalen Ende ist sie dicker, stark gewölbt, gerundet und in der Mitte mit einer Auskerbung versehen, in welcher die Sehne beweglich befestigt ist. Nach der ventralen Seite hin ist sie vollkommen von dem Körper des letzten Tarsengliedes getrennt und steht nur an den Seiten durch eine faltige Haut mit den Seitenwänden des Gliedes in lockerer Verbindung (Fig. 4g). Wird nun die Sehne durch den Muskel gespannt, so wird diese Platte mit ihrem runden, proximalen Ende in das Innere des letzten Tarsengliedes hineingezogen und zieht die Krallen mit sich nach unten. Da aber die Platte ventralwärts frei ist, und der angrenzende Theil des Gliedes durch eine elastische Haut (Fig. 2e) abgeschlossen ist, so wird dieselbe durch das Eindringen der Platte zurückgedrängt, und die unter der Haut befindliche Blutmasse muss etwas in den Fuss zurückweichen. Hört alsdann der Zug auf, so tritt die zurückgedrängte Blutflüssigkeit wieder vor und treibt, in Verbindung mit der sich wieder contrahirenden elastischen Haut, die Streckplatte aus dem Innern des Tarsengliedes hervor. Dabei müssen auch die mit der Platte in Verbindung stehenden Krallen zurückgeschoben werden.

Morphologisch ist die Streckplatte nichts Anderes als ein verdicktes Stück der äussern Chitinhülle (Fig. 4), welches von verdünnten, zu Gelenkhaut gewordenen Theilen eingeschlossen ist. Es weist darauf schon die ganze Struktur hin. Die ventrale Oberfläche zeigt z. B. die schuppenartige Felderung recht deutlich. Die Felder treten hier fast warzig hervor, vielleicht um beim Zurücktreten aus dem Tarsengliede ein Ankleben an die elastische Haut zu verhindern. Ein Querschnitt durch die Platte zeigt ferner dieselbe geschichtete und von feinen dunklen Querstreifen durchzogene Struktur. Endlich setzt sich auch die Matrix der Chitinhülle (Fig. 4 m) ohne Unterbrechung über die seitlichen Häute bis auf die dorsale Seite der Platte fort.

Die Streckplatte übt ihre Function aber nur auf die Krallen aus und für die Tarsenglieder ist eine gleiche Einrichtung nicht vorhanden. Hier ist zunächst die Excursionsfähigkeit bei weitem nicht so gross als bei den Krallen, da die Glieder oft ganz in einander geschoben sind und, wo dies nicht der Fall ist, der ventrale Ausschnitt für die Gelenkhaut nur klein ist. Die einzelnen Tarsenglieder werden also beim Straffziehen der Sehne nur um ein Geringes vorgebeugt, so dass sie durch die Elasticität der Gelenkhäute allein, sobald die Contraction nachgelassen hat, fast vollkommen wieder in ihre frühere Lage gebracht werden können. Wenigstens ist der Fuss nach seinem Auftreten wieder vollkommen gestreckt. Dorsalwärts können die Tarsenglieder kaum über die gerade Richtung hinausgehen. Wo ein längerer Gelenkzapfen in das vorhergehende Glied eingesenkt ist, verhindert dieser, es schon, und wo dies nicht der Fall ist, wird es durch Höcker, die auf der Rückseite der Tarsen gegeneinander stossen (Fig. 3 h), verhindert, wie z. B. bei den meisten Orthopteren.

Die Einlenkungen der Tarsen lassen auch eine geringe Bewegung nach der Seite zu. Es sind überhaupt die Zapfen in den zugehörigen Höhlungen oft wirkliche Orthrodialgelenke, deren Wirkung als Charniergelenk nur darauf beruht, dass nur an der einen Seite ein Muskel vorhanden ist.

Verfolgen wir nun die Sehne, die wir in die Schiene übertreten sahen: Zunächst tritt sie zwischen die Bündel des Schienenmuskels (Fig. 1 t) und scheint mit ihnen ziemlich innig zusammen zu hängen. Doch kommt sie am Grunde der Schiene wieder hervor und tritt nun in den Schenkel über. Erst in der

Mitte des Schenkels beginnt der Muskel (Fig. 1 f u), der sich nahe am Grunde des Schenkels ansetzt. Wenn auch, wie erwähnt, ein Zusammenhang mit dem Schienenmuskel vorhanden ist, so ist dieser, oben im Schenkel befindliche Muskel doch der eigentliche Krallen- und Tarsenbeuger. Man kann sich sehr leicht experimentell davon überzeugen, wenn man mit einer Pincette den Schenkel zusammendrückt. Wird der Druck an einer bestimmten Stelle ausgeführt, so hängt damit stets eine Bewegung der Krallen und Tarsen zusammen. Ueberzeugender aber ist es, wenn man den Muskel selbst freilegt und nun daran zieht. Uebrigens kann man bei grösseren Insekten auch leicht die ganze Sehne von dem Muskel freipräpariren.

Das erste Tarsenglied besitzt einen besonderen Muskel (Fig. 1 f t), der in der Schiene liegt und sich an der Ventralseite ansetzt. Aber auch hier ist nur einer und zwar wieder nur ein Beuger vorhanden. Als Strecker wirkt, ebenso wie bei den andern Tarsengliedern, die Elasticität der Gelenkhäute, doch ist hier meist ein an der Ventralseite etwas in die Schiene vorragender, röhrenförmiger Fortsatz vorhanden, durch welchen die Sehne des Krallenbeugers hindurchtritt. Er dürfte vielleicht ähnlich wirken, wie die Streckplatte, wenn auch ungleich schwächer.

Das Gelenk zwischen Schenkel und Schiene ist ein sehr gut ausgebildetes Charniergelenk, das nur Bewegungen in einer Ebene zulässt. Ich verweise in Betreff der genaueren Beschreibung desselben auf die Arbeit von Langer. Es steht hier die Sehne eines *flexor* (Fig. 1 f s) mit einem Ventralfortsatz des Schienenendes und die eines *extensor* (Fig. 1 e s) mit einem Dorsalfortsatz in Verbindung. Der erstere setzt sich an der ventralen, der letztere an der dorsalen Seite des Schenkels an. Der *flexor* ist immer stärker als der *extensor*, am mächtigsten aber selbstverständlich in Springbeinen ausgebildet.

Ich komme nun zu der Gelenkverbindung des Schenkels mit dem Trochanter, dessen Bedeutung von den Autoren gänzlich verkannt worden ist. Wenn Strauss-Durckheim den zugehörigen Muskel einen *abductor* nennt und wenn Burmeister sagt, dass er das Bein hebe, so ist beides je nach den verschiedenen Stellungen, welche das Bein bei seiner Bewegung im Hüft-Trochantergelenke einnehmen kann, nicht gerade ganz unrichtig. Das eigentliche Wesen der Wirkung ist aber damit

nicht ausgedrückt, und ein Irrthum ist es, wenn Graber meint, dass die Wirkung der des Hüft-Trochantergelenkes gleichkomme und nur shwächer sei. Langer sieht sogar den Trochanter nur als Gelenkstück des Schenkels an. Wenn er auch darin Recht hat, dass die Beweglichkeit nur eine geringe ist, so ist die Bewegung doch eine ganz eigenthümliche und für den Fuss von grosser Bedeutung.

Was zunächst das Gelenk selbst anbetrifft, so ist es nicht ein Charniergelenk, sondern nach der Definition Burmeisters ein Klappengelenk oder eine *syndesis*, d. h. der Trochanter hängt mit dem Schenkel so zusammen, dass zwei parallele Endränder der Glieder in häutiger Verbindung stehen, von denen die eine straffer ist und als Axe dient. Der Muskel (Fig. 5 pr) greift nicht in einem Punkte an, sondern in grösserer Ausdehnung auf dem vorragenden Schenkelrand und verläuft bis an die entgegengesetzte Seite des Trochanters. Seine Richtung ist fast senkrecht zu der Längsaxe des Beines und es ist nichts Geringeres als ein *rotator*. Von seiner Wirkung kann man sich leicht an einem Hinterbeine eines eben getödteten *Procrustes* überzeugen. Führt man hier eine Beugung oder Streckung aus, so findet diese immer nur im Hüft-Trochanter- und Schenkel-Schienengelenke statt. Versucht man dagegen zu drehen, so sieht man deutlich die straffe Haut des Gelenkes zwischen Trochanter und Schenkel locker werden. Wenn man das Bein am Körper liess, so wird man sich leicht überzeugen, dass die geringe Drehung auf die Bewegung des ganzen Beines doch einen recht erheblichen Einfluss hat. Besonders wichtig ist sie eben für die Hinterbeine der *Carabiden*, wo der Schenkelring denn auch einen sehr bedeutenden Umfang angenommen und deshalb schon früh die Frage nach seiner Funktion wach gerufen hat. Die *coxa* ist nämlich hier plattenförmig, sehr fest eingefügt und lässt nur eine geringe Bewegung zu. Durch die feste Einlenkung wird nun freilich die Bewegung des ganzen Beines sicherer. Aber ein Thier, das in seiner Bewegung ausschliesslich auf den Lauf angewiesen ist, bedarf nicht nur einer sicheren, sondern auch einer ausgedehnten Bewegung der Beine, und diese wird allein durch das Trochantergelenk erreicht. Ohne dieses kann hier der Fuss fast nur in einer Ebene bewegt werden.

Ein diesem *pronator* entsprechender *supinator* fehlt aller-

dings. Es functionirt auch hier die Elasticität der Gelenkhaut als Muskel.

In der Hüfte befinden sich drei Beuger (Fig. 1 f p) und ein Strecker des Trochanters. Der eine von den Flexoren, der mit den beiden andern an einer gemeinschaftlichen Sehne angreift, geht durch die Oeffnung in den Thorax über und setzt sich an dessen oberer Fläche an.

Einfach ist der allgemeine Verlauf der Nerven und Tracheen. Durch die Hüften tritt ein ziemlich starker Nervenstrang ein (Fig. 6 n) und entsendet in den einzelnen Gliedern an Muskeln und Haare feine Fasern. In der Schiene theilt er sich in zwei Hauptzweige (Fig. 7 n), die parallel bis in das Endglied der Tarsen verlaufen, bis sie sich ganz in Zweige aufgelöst haben. Die Tarsenglieder scheinen besonders zum Tasten zu dienen, denn gerade in ihnen sind die Verzweigungen ganz ausserordentlich zahlreich. Unter vielen Haaren schwellen die Nervenfasern zu dickspindelförmigen Ganglienzellen an, und dies besonders auch in den Tarsengliedern.

Tracheenstämme (Fig. 6 t r) treten zwei in die Hüfte ein. Der kleinere von ihnen löst sich schon im Schenkel in Zweige auf, während der grössere bis in das Endglied der Tarsen verläuft und hier oft noch einen ziemlich bedeutenden Zweig in die Krallen hineinsendet. In den einzelnen Beingliedern schwillt er oft recht bedeutend an, namentlich, wenn es darauf ankommt, einen Luftraum zu erzeugen, wie z. B. bei *Gyrinus natator. L.*

Das Insektenbein nach seinen speciellen Functionen.

A. Das Bein als Bewegungsorgan.

Die Hauptfunction des Beines ist allerdings die Locomotion, und deshalb konnte es im allgemeinen Theil nur als Bewegungsorgan betrachtet werden. Wenn wir nun im speciellen Theil noch einmal auf diese Function eingehen, so wollen wir hier die speciellen äussern Verhältnisse berücksichtigen und in erster Linie das Medium unterscheiden, in dem sich das Thier bewegt. Das Medium hat nämlich auf die Gestalt der Beine einen ganz erheblichen Einfluss. Wir können im Allgemeinen drei Medien unterscheiden: 1. das gasförmige, 2. das flüssige und 3. das feste. Als in einem festen Medium sich bewegend können wir

alle diejenigen Insekten zusammenfassen, die sich irgendwie verkriechen, sei es nun in der Erde selbst oder nur unter Steinen, Laub etc. Wir werden nämlich sehen, dass die Einrichtungen dazu in ihrem Princip dieselben sind. Wir beginnen mit dem festen Medium.

1. Die Bewegung in der Erde.

Man denkt hier zunächst an die wirkliche Grabbewegung, und die Grabbeine sind auch entschieden der höchste Grad der Anpassung an das feste Element. Als Prototyp eines Grabbeines kann das Vorderbein von *Gryllotalpa* gelten. Die Schenkel und besonders die Schienen sind stark flächenförmig erweitert und mit Zähnen versehen. Die Muskeln sind mächtig entwickelt und die Sicherheit in der Bewegung der Schiene gewinnt noch durch einen starken Vorsprung des Schenkels an Vollkommenheit. Die Tarsenglieder aber sind ganz hinter die Schienen zurückgelegt, da ihre Muskulatur nicht für die Grabbewegungen genügt. Kaum weniger vollkommen entwickelt sind indessen die Grabbeine bei manchen Coleopteren, z. B. bei *Clivina fossor L.* (Fig. 8). Gerade unter den Käfern kann man eine Verbindungsreihe von dem bestentwickelten Grabbein bis zu den ersten Anfängen auffinden. Zunächst schliessen sich die Mistkäfer an. Bei ihnen finden sich ausserdem an den Hinterschienen eigenthümliche Borstenkränze, die beim Graben zum Zurückschieben der gelösten Theilchen dienen. Dem gleichen Zwecke dienen die mit Borsten besetzten Höcker an den Hinterschienen mancher Grabwespen (Fig. 32).

An die Mistkäfer reihen sich ihre Verwandten, die *Melolonthinen* an. Obgleich der Maikäfer ein Laubkäfer ist, charakterisiren ihn seine breiten, mit Ausschnitten oder Zähnen versehenen Vorderschienen doch sofort als Grabkäfer. Die Einrichtung war für ihn nöthig, weil seine Larve in der Erde lebt. Dass das ausgebildete Insekt auch dem Medium, in dem die Larve lebt, angepasst sein muss, wird leicht übersehen, man muss aber zur Erklärung eigenthümlicher Erscheinungen auch dies berücksichtigen. In einem solchen Sinne ist entschieden auch der Schienenfortsatz an den Vorderschienen bei einer Dipterengattung, *Bibio*, zu erklären. Auch ihre Larve lebt nämlich in der Erde. Ein ganz ähnlicher Fortsatz findet sich an allen Schienen des Palmbohrers, *Calandra palmarum L.*,

und zwar können hier die Tarsen vollkommen in einer durch Haare gebildeten Rinne verborgen werden, so dass der Käfer sich ausschliesslich mit seinen Schienenenden anstemmt und fortschiebt. Demselben Zwecke wie hier der Fortsatz dienen in andern Fällen die stark entwickelten Schienensporne. Wegen ihrer Beweglichkeit können sie auf jeder Unterlage beide zugleich einen Haftpunkt finden. Da sie z. B. bei den Carabiden recht gut entwickelt sind, muss man auch deren Beine als zur Bewegung im festen Medium bestimmt ansehen. Diese Thiere laufen auch in der That nicht nur in vorgefundene Löcher hinein, sondern drängen beim Verkriechen Hindernisse zur Seite. Wenn sie deshalb auch nicht wirklich graben, so wissen sie sich doch mit einer ganz erheblichen Kraft in das feste Medium hineinzuklemmen. Man fühlt das Vordrängen, wenn man einen Käfer in die Hand nimmt. Beobachtet man ihn, indem man ihn unter ein Glas setzt, so sieht man, dass er beim Verkriechen die Tarsenglieder gar nicht mehr benutzt, sondern sich ausschliesslich mit den Schienenspornen gegen die Unterlage stemmt.

Man kann behaupten, dass überall da, wo Schienensporne vorkommen, auch mehr oder minder von Grabbeinen in unserm Sinne gesprochen werden kann; denn als Stütze beim Gehen würden sie wohl kaum nöthig sein und könnten überhaupt auch nur bei den Sohlengängern so verwendet werden. Auch die Sporne sind in sehr vielen Fällen nur wegen des Aufenthaltes der Larven in der Erde vorhanden, ja, sie hängen oft nur mit der Verwandlungsart zusammen. So sagt schon Rösel von Rosenhof (*Insekten-Belustigungen, Nürnberg* 1746, *I. pag.* 78 *f.*) dass die Nachtschmetterlinge desshalb Schienensporne haben, weil sie sich in einem Cocon verpuppen und sich deshalb nachher damit anstemmen müssen. Wie sonderbar uns auch auf den ersten Blick diese Erklärung erscheint, so gewinnt sie doch, wenn wir uns der Grabbeine der Maikäfer erinnern, ganz erheblich an Wahrscheinlichkeit. Wir müssen Rösel Recht geben, wenn wir uns bewogen fühlen, seinem Schlusssatze beizupflichten: „Soviel aber bleibt richtig und gewis, dass die an denen Füssen derer Nacht-Vögel befindlichen Stacheln um eines Endzweckes willen und nicht etwan blos vor die lange Weile vorhanden sind."

Eine zweite, wenn auch weniger wichtige Verwendung finden allerdings die Sporne bei der Reinigung der Füsse. Es wird weiter unten davon die Rede sein.

Man kann aber gegen die versuchte Erklärung der Schienensporne anführen, dass einige Insekten, namentlich z. B. die *Forficuliden* fast gar keine Sporne besitzen, und sich dennoch gern verkriechen. Zunächst möchte ich dagegen anführen, dass gerade die Ohrwürmer wohl fast ausschliesslich vorhandene Höhlungen benutzen. Ihr ganzer Körper ist aber weiter diesem Zwecke in einem so hohen Grade angepasst, sowohl durch seine Beweglichkeit, als durch seine platte gleichmässige Form, dass diese Vorzüge immerhin bedeutende Mängel zu compensiren vermögen. Beim Kampf ums Dasein wird ja doch stets die Summe der erhaltungsmässigen Eigenschaften einander das Gleichgewicht halten müssen. Lebt doch auch *Nepa cinerea L.* im Wasser, ohne Schwimmbeine zu haben, weil ihr dafür andere Vortheile zu Gebote stehen, z. B. eine äusserst vollkommene Farbenanpassung.

2. Die Bewegung im Wasser.

Insekten, die auch als Imago im Wasser leben, besitzen wir hier nur aus den Ordnungen der Coleoptoren und Rhynchoten. Die zur Schwimmbewegung umgewandelten Beine sind immer nach demselben Princip gebaut und lassen nicht leicht ein Missverständniss zu. Die ganzen Beine, besonders die Hinterbeine, sind stark plattenförmig erweitert und an den Seiten mit beweglich eingelenkten Haaren versehen. Die Haare sind etwas nach hinten gerichtet und legen sich beim Vorschieben des Beines an die Glieder an, während sie bei der Rückwärtsbewegung durch den Wasserdruck abgespreizt werden. Die Vorderbeine sind meist kurz, mitunter aber ebenfalls breit und dienen dann jedenfalls in erster Linie als Steuerruder. Merkwürdig lang und schlank sind bei *Corisa* die Mittelbeine. Sie stehen fast senkrecht vom Körper ab und sind mit zwei sehr langen Krallen versehen. Man hat ihnen, und wohl mit Recht, die Function zugeschrieben, den Körper in der Tiefe zwischen Wasserpflanzen zurückzuhalten und ein Auftreiben durch die mitgeführte Luft zu verhindern. Dies geschieht hier demnach gewöhnlich schon ohne Aufwand der Muskelkraft, die ein Anklammern erfordern würde. Einige im Wasser lebende Insekten haben keine Schwimmbeine, wie z. B. unter den Käfern *Parnus* und unter den Rhynchoten *Nepa*. Diesen müssen, wie schon

erwähnt, andere Vortheile zur Verfügung stehen, damit sie mit ihren lebhaften Verwandten concurriren können.

3. Die Bewegung in der Luft.

Die allermeisten Insekten leben auf Pflanzen etc. frei im Luftraum und wenn sich bei ihnen z. Th. auch, ihrer Entwickelung wegen, Einrichtungen zum Graben etc. finden, so walten doch die Anpassungserscheinungen an den gewöhnlichen Aufenthaltsort vor. Bei ihnen müssen wir zunächst die Flächen unterscheiden, auf denen sie sich zu bewegen pflegen, und in dieser Beziehung können wir eine kleine Gruppe von allen andern abtrennen, nämlich die Reihe derjenigen, welche sich auf der Oberfläche des Wassers bewegen. Die Einrichtungen dazu beruhen auf der Verwendung verschiedener physikalischer Principien: Einerseits sind wirkliche mit Luft gefüllte Hohlräume vorhanden und andererseits kommt der Widerstand, den das Wasser der Befeuchtung trockener und etwas gefetteter Körper entgegensetzt, zur Anwendung. Das erstere finden wir bei *Gyrinus* vertreten. In den stark erweiterten Schienen und Tarsen finden sich eben so mächtige Erweiterungen des Tracheenstammes. Die Beine bilden also hier wirkliche Flösse, von denen der Körper getragen wird. Das zweite Princip findet sich in erster Linie bei den Wasserläufern, z. B. *Hydrometra* und *Velia* verwendet. Zunächst sind hier die Beine sehr lang, um einerseits ein recht stabiles Gleichgewicht und damit eine gleichmässige Belastung der einzelnen Beine zu bewirken und andererseits einen möglichst grossen Theil derselben mit der Wasseroberfläche in Berührung zu bringen. An der Unterseite der die Wasserfläche berührenden Tarsenglieder (Fig. 9) befinden sich dichte Haare, die zur Vergrösserung der Berührungsfläche sämmtlich gebogen sind.

Dieser Einrichtung bei den Wasserläufern sehr ähnlich ist die bei zwei Dipterengruppen, die man auch fast nur auf der Oberfläche des Wassers findet. Es sind dies einerseits eine grosse Zahl aus der Familie der Dolichopoden und andererseits die Ephydrinen aus der Familie der Musciden. Obgleich sie verschiedenen Familien angehören, wird doch der Zweck durch dieselbe Einrichtung erreicht. Es befindet sich nämlich zwischen den beiden, später zu betrachtenden Haftlappen, ein langer,

unten gefiederter Anhang (Fig. 10), der wohl aus dem Empodium entstanden ist, einer Borste, die sich bei allen Fliegen findet. Die regelmässig gebogenen, unteren Fiedern entprsechen den Haaren der Wasserläufer. Uebrigens dienen die Haftläppchen mit ihrer dichten Behaarung hier jedenfalls genau demselben Zwecke.

Genau dieselbe Einrichtung findet man auch bei anderen Dipteren, die man allerdings in der Regel nicht auf der Oberfläche des Wassers findet, die aber als Larven im Wasser leben, z. B. bei *Culex* und *Chironomus*.

Der Kletterfuss. Mussten wir das Insektenbein nach seinem allgemeinen Bau geradezu ein Kletterbein nennen, so werden wir auch überall nach besonderen Klettereinrichtungen, d. h. Vorrichtungen zum Anklammern und Festhalten suchen dürfen. Die Untersuchung ergiebt, dass derartige Einrichtungen nicht nur sehr weit verbreitet, sondern auch äusserst mannigfaltig sind.

Das verbreitetste Kletterorgan sind die Krallen. Mit ihrer scharfen Spitze vermögen dieselben in die kleinsten Vertiefungen einzudringen und einen Halt zu gewinnen. Ihre wechselnde Form zeigt indessen, dass dies nicht die einzige Anwendungsweise ist. Oft sind sie gespalten und dadurch geeignet, feine Zweige zwischen sich einzuklemmen. Andererseits mögen übrigens die Gabelungen auch dazu dienen, ein zu tiefes Eindringen in eine weiche Masse zu verhindern. Schliesslich kommen auch in fast allen Insektenordnungen kammförmige Krallen vor, welche jedenfalls sehr gut geeignet sind, zwischen feinen Härchen zu haften.

Eine sehr weite Verbreitung haben neben den Krallen noch besondere Hafteinrichtungen zum Festhalten an glatten Flächen und der Betrachtung dieser Einrichtungen ist der grösste Theil der über Insektenfüsse vorliegenden Aufsätze gewidmet, so dass speciell ihre Behandlung allerdings schon eine recht umfangreiche Literatur aufzuweisen hat. Merkwürdig ist nur, dass der Gegenstand fast ausschliesslich von Engländern behandelt ist, während man in der deutschen Literatur noch fast garnichts darüber findet, ein Umstand, der erklärlich macht, dass selbst unsere ausführlichsten Lehrbücher der Zoologie nichts oder wenig darüber angeben.

Eine der ausführlichsten und zwar die letzte englische Arbeit ist die von Tuffen West, und ich könnte in Bezug auf

Literatur einfach auf sein ausführliches Verzeichniss verweisen, wenn ich es nicht vorzöge, ähnlich wie er, kritisch vorzugehen. Ich werde aber zudem den Stoff theilen und zwar so, dass seine Arbeit nebst fast allen andern erst in meinem zweiten Theile zur Sprache kommen werden.

Die erwähnte Fähigkeit der meisten Insekten, nicht nur an rauhen Wänden, sondern auch an senkrechten Glasscheiben emporklimmen zu können, musste schon früh die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich lenken. Zur Erklärung dieser Thatsache musste man entweder sehr geringe Rauhigkeiten der Glasfläche voraussetzen oder es musste noch eine andere Einrichtung zum Anklammern als die Krallen vorhanden sein. So entdeckte man bei Untersuchung des Fliegenfusses zunächst die Hafthaare, und andererseits fand man, allerdings viel später bei Hymenopteren und Orthopteren Haftflächen. Ich ziehe es vor, mit den Haftflächen zu beginnen und nicht wie frühere Autoren mit den Hafthaaren.

Die Haftflächen kommen bei Orthopteren, Hymenopteren, Neuropteren, Lepidopteren und Rhynchoten vor. Von allen andern unterscheidet sich die Bildung bei den Orthopteren dadurch, dass die Fusssohle selbst in eine haftende Fläche umgewandelt ist.

Ein Anhaften der Fusssohle an der Glasplatte ist offenbar in doppelter Weise möglich. Die Sohle kann einerseits wie ein Saugnapf wirken und andererseits gewissermassen ankleben. Um auf die erste Möglichkeit zu prüfen, setzte ich eine *Locusta* auf eine Glasplatte und beobachtete nun von der entgegengesetzten Seite bei starker Lupenvergrösserung die Stelle, an welcher die Fussfläche das Glas berührte. Bei einer bestimmten Drehung konnte ich die Glasscheibe so einstellen, dass das durch das Fenster einfallende Licht von der unteren Fläche des Glases voll reflectirt wurde. Bei dieser Einstellung konnte ich genau beobachten, wo die Glasplatte von dem Fusse berührt wurde. Ich fand, dass die ganze Sohle die Fläche berührte; nicht etwa so vollkommen, dass überhaupt keine Stelle unberührt geblieben wäre, aber von einem Saugraum konnte durchaus keine Rede sein; denn die kleinen unberührten Stellen, namentlich eine Längsfurche zwischen den beiden Ballen, standen frei mit dem Aussenraum in Zusammenhang.

Bei dem Versuche schien es mir schon als ob die Fuss-

sohle feucht sei, ich untersuchte deshalb, ob wirklich eine vom Fusse abgesonderte Flüssigkeit auf dem Glase zurückgeblieben sei und fand dies bestätigt. Immer fanden sich an den Stellen, wo ein Fuss die Glasplatte berührt hatte, geringe Spuren einer flüssigen Substanz, die schon mit unbewaffnetem Auge an der glänzenden Glasfläche wahrzunehmen waren, wenn über einer dunklen Fläche das Licht reflectirt wurde, aber nur unter dem Mikroskop als Flüssigkeit erkannt werden konnten. Da die Heuschrecken öfters die Füsse abwechselnd zwischen den Kiefern hindurchziehen, könnte man vermuthen, dass die Flüssigkeit aus dem Munde stammt. Aber die Mundflüssigkeit ist von jener verschieden. Während man dieselbe leicht mit Wasser mischen kann, nimmt die Unterseite der Fusssohle, ebenso wie auch andere Theile der Chitinhülle, gar kein Wasser an. Mit den Kiefern werden vielmehr hier die Füsse nur von Staub gereinigt, wie es unten näher besprochen werden soll. Bei den meisten Insekten, die an glatten Flächen zu laufen vermögen, kommt diese Art der Reinigung nicht vor, da sie z. Th. ja auch nicht einmal Kiefer besitzen.

Der histologische Bau der Sohle wurde zuerst von Dewitz kurz angegeben. Er spricht von Orthopteren im Allgemeinen und ich weiss deshalb nicht, welches Thier er vor sich hatte. Nach seiner Angabe soll die Sohle aus Röhrchen bestehen, die durch feine Querfasern verbunden sind, und an deren Ende sich je eine einzellige Drüse befinde. Ich kann von diesen Angaben weder die eine noch die andere bestätigen.

Macht man einen senkrechten Schnitt durch die Fusssohle einer *Locusta* (Fig. 11), so findet man, dass die Chitinhülle des dorsalen Fusstheils unmittelbar in die der Sohle übergeht. Nur erfahren alle Theile eine eigenthümliche Umwandlung. Der Hauptmasse nach besteht sie hier aus frei und beweglich nebeneinander liegenden, biegsamen Stäbchen (nicht Röhren) [Fig. 11 st]. Von den Stäbchen laufen hier und da feine Fasern aus, um sich z. Th. wieder mit demselben Stäbchen zu vereinigen, z. Th. an ein anderes Stäbchen hinüberzutreten. Nahe vor dem unteren Ende lösen sich die Stäbchen gänzlich in Fasern auf, um sich schliesslich noch einmal alle wieder zu einer dünnen, zusammenhängenden Schicht zu vereinigen (Fig. 11). Auf der Aussenfläche dieser Schicht sind die Umrisse der schuppenförmigen Erhöhungen, wie sie die Chitinhülle fast überall zeigt, sichtbar.

Dieselben entsprechen in Zahl den Stäbchen und vereinigen daher wahrscheinlich je die Fasern eines derselben. Ihr Umfang ist natürlich weit grösser wie der der Stäbchen. Auch nach innen sind die Stäbchen zu einer dünnen, lockeren Schicht verbunden. Der Raum zwischen den Stäbchen ist mit einer Flüssigkeit gefüllt. Unter der Stäbchenhülle liegt die Matrix (fig. 11 m), die sich ebenfalls in die der oberen Chitinhülle fortsetzt. Sie liegt hier aber nicht eng an und besteht nicht aus kurzen Zellen mit eiförmigen Kernen, sondern sie bildet sehr tiefe Falten, die unregelmässig verlaufen, so dass sie in Längs- und Querschnitten gleich stark entwickelt erscheinen. Sie ist hier ausserdem weit mächtiger entwickelt und von den z. Th. sehr langen Zellkernen quer durchsetzt, während die Zellgrenzen, wie in der übrigen Matrix, undeutlich sind. Vereinzelt schiebt sich in die Falten ein spindelförmiges Zellcomplex (*gl*) ein, an welches ein starker Nervenstrang herantritt. Nach unten geht diese Spindel in drei bis vier Röhren über, die durch die Stäbchenschicht hindurchsetzen und je eine kurze Borste tragen. Der ganze Innenraum des Fusses ist, abgesehen von den Nerven (*n*), der Trachee (*tr*) mit ihrer Matrix und der Sehne des Krallenbeugers (*fl*) mit ihrer Matrix von der Blutflüssigkeit ausgefüllt, in welcher vereinzelte Blutkörperchen (*u*) liegen.

Soviel über den histologischen Bau des Fusses; versuchen wir jetzt eine physiologische Erklärung der einzelnen Theile: Die eigenthümliche Umwandlung der Chitinhülle in der Sohle hat entschieden den Zweck, dieselbe sehr beweglich zu machen und so ein festes Anlegen derselben an eine Fläche zu ermöglichen. Je länger die biegsamen, frei beweglichen Stäbchen sind, um so vollkommener ist die Biegsamkeit der Sohle. Bei *Locusta* sehen wir sie am höchsten entwickelt. Es ist aber zu ihrer Bildung eine starke Matrix nöthig, die sich, um ihrerseits nicht die Biegsamkeit zu beeinträchtigen, gefaltet hat. Woher aber kommt das Secret der Sohle? Ich glaubte zuerst, dass die spindelförmigen Zellgruppen Drüsen seien, welche einen Ausführungsgang zwischen den Dörnchen hätten. Einerseits aber fand ich in ihrem Querschnitt durchaus kein Lumen, wie man es bei einer mehrzelligen Drüse sonst findet. Andererseits findet sich bei *Acridium* etc. nur eine Borste vor der Zellgruppe und dieser fehlt jeglicher Ausführungskanal. Schliesslich zeigen die

spindelförmigen Zellgruppen eine auffallende Uebereinstimmung mit den Ganglien, die sich stellenweis unter den Tasthaaren befinden (*gl'*). Sie unterscheiden sich allein durch ihre bedeutendere Grösse. — Aber auch abgesehen vom histologischen Bau wäre es immerhin merkwürdig, dass die einzelnen Drüsenzellen unter dem Einfluss des Willens stehen sollten. Aus diesen Gründen glaubte ich von meiner ersten Ansicht abgehen zu müssen.

Es bleibt uns nun aber nichts übrig, was wir als Drüsenzellen deuten könnten, abgesehen von den zerstreut in der Matrix sich findenden Zellen, die dem zellig-blasigen Bindegewebe Leydigs angehören, und die nach der Ansicht des genannten Forschers als Drüsen fungiren (*Fr. Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen,* 1864, *pag.* 31).

Diese Zellen (*dr*) sind aber im Fusse der Orthopteren, namentlich in der Matrix der Sohle, keineswegs zahlreich. Es fragt sich indessen, ob denn Drüsen mit grossen Ausführungskanälen erforderlich sind, um so minimale Mengen von Feuchtigkeit an die Oberfläche zu schaffen. Ich glaube, dass wir alles damit erklären können, wenn wir annehmen, dass die Sohle von der Blutflüssigkeit durchtränkt wird. Dass die Flüssigkeit, die den Innenraum erfüllt, frei zu Tage tritt, kann kein Bedenken erregen, nachdem Leydig nachgewiesen hat, dass bei manchen Insekten, z. B. *Meloë*, das Blut sogar in grösseren Mengen hervorquillt (*Arch. f. Anat. u. Phys.* 1859, *pag.* 45 *u.* 72). Auch die Chitinhaut der Tracheenstämme muss entschieden durchtränkt werden, um einen diosmotischen Austausch des Sauerstoffs und der Kohlensäure möglich zu machen. — Allerdings ist das Blut mit Wasser mischbar, während es die ausgeschiedene Flüssigkeit nicht ist. In der äusserst dünnen Schicht ist aber jedenfalls leicht das Wasser verdunstet, während die übrigen Bestandtheile des Blutes zurückbleiben. Man könnte freilich annehmen, dass die gefaltete Matrix ihre Function gewechselt habe und ein Secret erzeuge. Sie ist indessen nicht einmal bei allen Orthopteren gefaltet und bei den später zu betrachtenden Hymenopteren etc. ist nichts Entsprechendes vorhanden. Die Durchtränkbarkeit der Sohle ist in der That recht bedeutend. Es genügt schon ein Eintauchen eines Schnittes in Hämatoxylinlösung, um alle Schichten der Sohle vollkommen zu färben. Sind diese aber so leicht für die doch nicht sehr dünnflüssige Farbe durchlässig, wes-

halb sollten sie nicht die geringe Menge Flüssigkeit nach aussen durchlassen können? Es genügt vollkommen, dass die Fläche durch die Diosmose etwas feucht erhalten werde, damit sie ebenso wie ein angefeuchtetes Stück Papier fest anklebe. Jede grössere Menge ist nur schädlich und die möglichst kleinste am vortheilhaftesten. Das Haften ist nämlich eine Ad- und Cohäsion*), d. i. der Widerstand, welchen die Flüssigkeitstheilchen ihrem Auseinanderreissen und ihrer Verschiebung entgegensetzen. Es genügt, wenn nur soviel Flüssigkeit vorhanden ist, um die Berührung der äusserst biegsamen Sohle mit der Unterlage vollkommen zu machen; sobald die Flüssigkeitsschicht etwas dicker wird, ist damit schon die Verschiebung der Theilchen erleichtert und das Insekt gleitet hinunter. Man kann dies durch einen Versuch erhärten: Lässt man eine Fliege in eine dünne Oelschicht treten — mit Oel ist das Sekret der Füsse mischbar —, so ist sie nicht mehr im Stande eine Glasplatte zu erklimmen.

Mit unserer Annahme einer blossen Befeuchtung können wir auch einem öfters gemachten Einwurf begegnen, dass beim längeren Sitzen des Thieres schliesslich soviel Klebstoff ausfliessen müsse, dass es kleben bleibe.

An dieser Stelle möchte ich doch erwähnen, dass wir es in der Sohle von *Locusta* mit einer werthvollen Analyse eines sonst schwer zu untersuchenden Gegenstandes, des Chitinintegumentes, zu thun haben. Vielleicht besteht die ganze Hülle nicht, wie man bisher annahm, aus einer festen Platte mit Poren, sondern aus denselben Elementen, die wir hier vor uns haben, nur alles fester verbunden. Die dunklen Striche und Punkte — denn nur als solche sind die sogenannten Porenkanäle bisher gesehen worden — werden vielleicht durch das Zusammenstossen von drei Stäbchen gebildet. Wären es wirkliche Poren, so könnte man nicht begreifen, wie eine so leichtflüssige Masse, wie es alkoholische Fuchsinlösung ist, mehrere Wochen gebrauchen könnte, um in die dichteren Schichten einzudringen.

Schon bei *Decticus* und namentlich bei *Acridium* wird die

---

*) Zu einer Mittheilung von Simmermacher im Zool. Anz. Nr. 165 will ich doch bemerken, dass ich meinen Gegensatz zu Dewitz in diesem Punkte nicht allzusehr betonen möchte. Ich weiche nur insofern von ihm ab, als ich der hier zur Wirkung kommenden Flüssigkeit keine sonderlich grosse Cohäsion zuschreibe.

Chitinhülle der Sohle dünner, und die Stäbchen sind weniger beweglich verbunden. Die Matrix bildet hier z. Th. kaum noch Falten und ist auch kaum stärker entwickelt als die der übrigen Hülle. An diese reihen sich dann die *Blattiden* an. Hier wird die Sohle schmal und ist nur noch am Ende der Tarsenglieder eine wirkliche Haftfläche.

Ich komme nun zu der zweiten Form der Haftflächen, wie wir sie bei Hymenopteren, Neuropteren, Lepidopteren und Tipuliden finden. Sie bestehen hier aus einem unpaaren Läppchen zwischen den Krallen. Am complicirtesten ist der Bau desselben bei den Hymenopteren. Es wurde hier zuerst von Swammerdamm (*Bibel der Natur, deutsche Uebersetzung. Leipz.* 1752, *pag.* 157) entdeckt, aber in einer eigenthümlichen Weise gedeutet. Er sagt: „Zwischen den Nägeln ist ein sehr weiches, häutiges Wesen, das, wenn es zerdrückt wird, eine helle, durchsichtige Feuchtigkeit ergiesset. Die Bienen können es im Gehen auch auswärts bewegen. Und das thun sie nach meinem Bedünken, wenn sie über die soeben zugesponnene Brut oder frisch verfertigte Wachs hinlaufen wollen. Zu der Zeit halten sie dann ihre Nägel ein, so wie etwa die Katzen thun, die mit iemand spielen.“

Kirby und Spence (*Introduction to Entomology, London,* 1817, *Bd. II, pg.* 331 *ff*) erkennen dann zuerst darin ein Haftorgan. Doch glauben sie, wie später auch Pokorky (*Isis, Jahrg.* 1848, *pg.* 347) und Tuffen West (*l. c.*), dass es ein Saugnapf (*sucker*) sei und ebenso Hartig (*Familien der Blattwespen und Holzwespen. Berlin,* 1837, *pag.* 113).

Ich machte mit den Haftlappen der Hymenopteren denselben Versuch wie bei *Locusta*, um zu sehen, ob es Saugnäpfe sein könnten. Als bequemes Object benutzte ich dazu *Vespa crabro L.* und fand auch hier keine Spur eines luftleeren Raumes.

Der etwas complicirte Bau eines Läppchens ist folgender: Der Raum zwischen den Krallen ist unmittelbar zum Haftläppchen erweitert. Vollkommen ausgebreitet hat es eine fast verkehrt herzförmige Gestalt. Die untere Fläche (Fig. 12) ist, namentlich in ihrem unteren Theile, weich und fast glatt, näher nach der Basis hin dagegen mit kurzen Härchen, oft nur spärlich, besetzt. Dieselben stehen auf kleinen Höckerchen und gehen unmittelbar in diese über, sind also nur als Anhängsel der Hautmasse anzusehen. Weiter nach dem Grunde hin tritt in

der Mitte eine harte Chitinmasse mit stärkeren Haaren auf, welche sich als unmittelbare Fortsetzung der Streckplatte erweist. Die Oberseite (Fig. 13) des Haftläppchens ist nach der Spitze hin ebenfalls weich und entweder mit Haaren bedeckt oder die Haut ist dicht und fein gefaltet (Fig. 14 h). Näher der Wurzel tritt in der Mitte eine feste Chitinplatte (Fig. 13 u. 14 d) auf, die zwischen den Krallenwurzeln liegend, durch eine Gelenkhaut mit dem dorsalen Theil der Chitinhülle des letzten Tarsengliedes in Verbindung steht. Diese Platte trägt meist ein Paar starker Borsten. Im Innern des Haftläppchens befindet sich noch ein Chitinbogen (Fig. 12 u. 14 b), der nahe unter dem Ende der oberen Platte quer durch den ganzen Lappen geht und der jederseits schräg aufwärts bis in die äussersten Ecken desselben verläuft. Dieser Bogen in Verbindung mit der obern Platte bewirkt das Zurückfallen des Haftläppchens. Der elastische Bogen rollt sich im Ruhezustande zusammen und legt die beiden äussern Ecken nach oben aneinander. Dann drückt die obere Platte das Ganze nach unten und legt es vor das Ende des letzten Tarsengliedes. Tritt der Fuss alsdann auf einer glatten Fläche auf, so legen sich die Krallen zurück und das Läppchen kommt mit der Fläche in Berührung. Es wird durch den Druck zunächst vorgeschoben, und erst dann breitet sich auch der Bogen aus; so dass die Haftfläche allmählich von der Mitte bis zum Rande mit der Unterlage in Berührung tritt. Auch diese Art der Ausbreitung spricht schon durchaus gegen die Auffassung als Saugnapf.

Stark entwickelte Drüsenzellen sind auch hier nirgends vorhanden. Der Innenraum des Läppchens wird, wie das Innere grösserer Haare und Borsten, von einer Plasmamasse ausgefüllt, die wohl als Fortsatz mehrerer Zellen der Matrix im Krallengliede anzusehen ist. Die Hülle ist weich und sehr biegsam, lässt keine Poren erkennen, wird aber von Farbe leicht durchdrungen. Wir haben hier also entschieden dasselbe Princip der Befeuchtung vor uns, wie bei den Orthopteren. Bei einzelnen Hymenopteren kommt zu dem beschriebenen Haftläppchen oder *pulvillus* noch eine weitere Hafteinrichtung hinzu. Es sind kleine Läppchen am Ende eines jeden Tarsengliedes (Fig. 15 ht). Bei den *Pompilinen* stellen sie sich als ein starker, stachelartiger Körper dar, an dessen Unterseite sich ein gebogenes Hautläppchen ansetzt. Es ist hier ganz evident nur ein umgewan-

delter Stachel. Beim Niedersetzen des Fusses breitet sich die Haut aus, und eine grössere Fläche tritt mit der Unterlage in Berührung. An derselben Stelle kommen ähnliche Haftläppchen bei fast allen *Tenthrediniden* vor. Hier sind sie aber nicht so deutlich stachelartig, sondern breiter. Die obere Fläche ist hart chitinös, während die untere weich ist, am Grunde behaart, am Ende dagegen meist kahl und sehr zart, so dass das Ende fast wasserhell erscheint. Auf dem Querschnitt zeigt sich, dass es mit Ausnahme des Grundtheiles nur aus einer Chitinlamelle besteht, die an der Oberseite ziemlich fest ist, nach unten aber weich und locker wird und desshalb hier leicht vom Grunde aus durchtränkt werden kann. Drüsen unter den einzelnen Theilen der Oberfläche sind hier absolut unmöglich.

Die Läppchen haben namentlich nach dem Austrocknen mitunter das Ansehen von Saugnäpfen; doch sind sie es ebenso wenig wie die *pulvilli*. Mitunter sind sie unten auch an der Spitze mit feinen Härchen besetzt und darin haben wir einen Uebergang zu den Hafthaaren, die wohl eine höhere Stufe der Ausbildung sind.

Dem *pulvillus* der Hymenopteren ist der der Phryganeen (Fig. 16 h) sehr ähnlich. Auch dort haben wir die obere Druckplatte und den Bogen, Theile, die das Läppchen zusammenfalten. Die ganze Oberfläche ist hier mit schuppenartigen Haaren besetzt. Ausser dem *pulvillus* sind hier noch zwei Läppchen an der Aussenseite der Krallen vorhanden (Fig. 16 b), die auch bei den Lepidopteren eine allgemeine Verbreitung haben. Graber hält sie für Greiforgane und das sind sie entschieden auch, nur dürfte vielleicht ihr Wirken etwas anders sein, als es Graber angiebt. Nach ihm sollen sie mit den Krallen zusammen wie eine Hand Pflanzentheilchen umfassen. Dagegen spricht aber nicht nur die zu unvollkommen ausgebildete Muskulatur des Insektenfusses, sondern auch die Form der oft nach unten gebogenen, breiten Läppchen (Fig. 17 b). Ihre Form lässt schliessen, dass sie — wie eine Bürste auf der andern — so mit ihren dichten Härchen zwischen den Härchen der Pflanzen anhaften.

Der *pulvillus* (Fig. 17 h) bei den Lepidopteren ist schon bedeutend einfacher. Die beiden Chitinstäbe zum Zurückrollen fallen aus. Es ist eine hufeisenförmige Masse, die unten kahl und weich ist und sich fest an die Unterlage anlegen kann,

oben aber dicht mit feinen Haaren versehen. Dieser Theil steht durch den etwas schmaleren Stiel mit dem Fusse in Verbindung. Die Nebenläppchen (Fig. 17 b) sind hier immer vorhanden und namentlich an der Unterseite dicht behaart. Bei manchen, z. B. den *Zygaeniden*, sind sie kurz. Dagegen sind bei den *Nymphaliden* sogar zwei jederseits vorhanden.

Die einfachste Form des *pulvillus* treffen wir bei den *Tipuliden* (Fig. 18 h). Er ist hier mehr vertical ausgedehnt, an den Seiten behaart und an der Spitze nach unten haarlos, sehr zart und deshalb fast wasserhell erscheinend.

Als dritte Form von Haftflächen sind die Haftläppchen der Rhynchoten zu erwähnen. Es sind hier zwei dünne Läppchen unter den Krallen vorhanden. Bei den *Aphiden* sind sie nur undeutlich entwickelt, dagegen sind sie bei manchen *Hemipteren* fast gelenkartig mit dem untern Vorsprung am Grunde der Krallen verbunden. Bei einigen Käfern, z. B. *Dassytes*, sind derartige Läppchen gleichzeitig mit Hafthaaren vorhanden.

Hafthaare. Ich komme jetzt zu dem Theil der Haftorgane, dem der bei weitem grösste Theil der Schriften und Bemerkungen gewidmet ist, es sind die haarförmigen. Ich habe bereits darauf hingedeutet, dass sich bei den Haftläppchen der *Tenthrediden* schon Uebergänge zu den Hafthaaren zeigen. Doch waren das immer nur Anhänge der weichen Hülle, ohne die bekannte Einfügung über einem Kanal der Chitinhülle. Die Hafthaare können sowohl durch weitere Ausbildung dieser Haaranhänge, als auch durch Weichwerden der Spitzen gewöhnlicher Haare entstehen. Während es in manchen Fällen sehr evident ist, wie sie entstanden sind, wird man in anderen Fällen wohl zweifelhaft bleiben müssen.

Nicht nach ihrer Entstehung, aber nach ihrem Zwecke muss ich in dieser Arbeit vorläufig einen Theil der Hafthaare von der Betrachtung ausschliessen. Eine Trennung, die allerdings wegen der wenig scharfen Grenzen sehr schwierig durchzuführen ist, wenn auch immerhin die ausgebildetsten Formen garnicht verwechselt werden können. Ich meine diejenigen Hafthaare, die zu sexuellen Zwecken dienen. Ihrer Form nach stehen sie z. Th. einander sehr nahe und gehen in der That auch in einander über, d. h. manche Haare dienen wirklich beiden Zwecken. Die weitere Ausbildung ist aber nach dem Zweck verschieden. Während die gewöhnlichen Hafthaare immer

schnell müssen wieder gelöst werden können, ist dies bei den sexuellen Haftorganen nicht nöthig, und deshalb können hier andere Mittel benutzt werden, nämlich einerseits wirkliche Saugnäpfe und andererseits ein Klebstoff. Die ausgebildetsten, hierhergehörigen Haare, wie wir sie bei *Dytiscus* kennen, sind vollkommene Saugnäpfe. Die allermeisten Beobachter haben sich gewiss namentlich durch die deutlichen Saugnäpfe bei jenen Wasserkäfern, und durch die allmählichen Uebergänge verleiten lassen, in allen Haaren Saugnäpfe zu vermuthen, welche nur zu klein seien, um mit unsern optischen Hülfsmitteln wahrgenommen werden zu können. Ich werde im nächsten Theile auf die sexuellen Haftorgane zu sprechen kommen und gebe hier zunächst eine kritische Uebersicht der Literatur der gewöhnlichen Hafthaare.

Der erste, der über den Gegenstand etwas veröffentlichte, war nach Tuffen West's Angabe Henry Power in seiner *Experimental Philosophy, London,* 1664, und er kam — allerdings ohne Mikroskop — zu einem Resultat, von dem ich im Grunde genommen wenig abweiche. Nur seine Voraussetzung, dass das Auspressen der Flüssigkeit aus der lockern Masse ein willkürliches sei, kann ich nicht billigen.

R. Hocke (*Micrographia,* 1667 *pg.* 170) nahm alsdann eine *smoky substance* auf der Oberfläche des Glases an, in welcher sich die Insekten mit den Haaren festhalten sollten. Er meint, dass sie sich sonst nicht so schnell würden lösen können. Gegen diesen Einwand kann man erwidern, dass auch ein Stück angeklebtes Papier schnell und leicht gelöst werden kann, wenn man es an einem Zipfel angreift. Es ist also nur eine andere Bewegung des Fusses beim Aufheben als beim Festhalten nöthig, was absolut nicht undenkbar ist. Die Saugnapftheorie würde durch diesen Einwand schon eher in Schwierigkeiten kommen. Ueber die *smoky substance*, die nur zur Erklärung dieser Thatsachen construirt wird, brauche ich wohl kein Wort zu verlieren.

A. van Leeuwenhoek (*Arcana naturae detecta. Lugduni,* 1722, *pag.* 481 f) war der erste, der Unregelmässigkeiten des Glases selbst annahm, zwischen denen die Haare in ihrer Gesammtheit den genügenden Halt bekommen könnten; genau so, wie (nach den Ausführungen späterer Vertreter derselben Ansicht) auch eine Bürste schon beim Andrücken an einen Körper mit geringen Rauhigkeiten haftet. Ausser den Gründen, die von den verschiedenen Autoren

dagegen mit Recht geltend gemacht sind, bemerke ich noch, dass man damit absolut nicht das Haften einer Fläche, wie wir es bei den Orthopteren etc. sahen, erklärt hat.

W. Derham (*Physicotheology, II*, 1798, *pg.* 289) zog zuerst den Luftdruck zur Erklärung herbei, setzte also Saugnäpfe voraus, und diese Ansicht hat nach ihm die weiteste Verbreitung gefunden. Dass es Saugnäpfe ohne Muskeln geben kann, was Dewitz in Abrede stellen zu müssen glaubt, zeigt uns schon der Vorderfuss des männlichen *Dytiscus*. Meine Hauptgründe gegen diese Ansicht werde ich indessen hier gleich in toto anführen. Zunächst wäre es sehr unwahrscheinlich, dass wir die Saugnäpfe bei starker mikroskopischer Vergrösserung nicht als solche erkennen könnten. Wir sehen nämlich bei manchen Käfern die Haare an der Spitze wohl erweitert, aber dabei doch vollkommen gerundet, wie sie auch Tuffen West von einigen Thieren zeichnet. Ich verweise nur auf *Donacia*, wo die Haare gegabelt sind, und jede Zinke für sich verdickt ist, also jede ein Saugnapf sein müsste. Für die Beobachtungen eignen sich am besten die Schienensporne von *Tenthredo* (Fig. 15 sp) oder noch besser von *Cimbex*, die auch zu Haftorganen umgewandelt sind, indem sie eine sehr weiche Spitze besitzen. Hier kann man nämlich schon mit guter Lupenvergrösserung deutlich die vollkommene Rundung der Spitze erkennen. Beim Eintrocknen werden sie oft sogar durch Einfallen der Seiten etwas spitz. Sollte diese vollkommene Rundung wirklich als Saugnapf wirken können, so müsste schon in der Mitte des Haares ein Strang vorhanden sein, der bei einer bestimmten Art des Zurückziehens des Fusses, die Mitte des Endes hineinzöge. Ein solcher Strang ist aber nicht vorhanden, es befindet sich vielmehr in der Mitte des Spornes eine Höhlung, wie in den meisten andern Haaren. Als zweiten Gegengrund, der wenigstens auf eine andere Erklärungsweise hindeutet, gebe ich einen leicht auszuführenden Versuch an. Eine Fliege kann eine Glasscheibe, auf der sich nur eine äusserst dünne Wasserschicht befindet, nicht erklimmen, während eine ebenso dünne Oelschicht es kaum erschwert. Der Grund ist der, dass die ausgeschiedene Feuchtigkeit nicht an Wasser adhärirt, während sie sich mit Oel mischt und deshalb eine Bindung hergestellt wird. Ist die Oelschicht zu dick, so tritt ein anderes, oben (S. 23) erwähntes Hinderniss ein.

Ein weiterer Gegenbeweis wurde von dem nächsten sorg-

fältigen Beobachter, Blakwall (*Transactions of the Linn. Soc. of Lond. XVI,* 1833, *pag.* 487 ff) geführt, nämlich mit einer Luftpumpe. Ich habe auch Versuche damit gemacht und bin auch zu gleichen Resultaten gekommen. Ich benutzte zur Untersuchung einen Käfer (*Phyllobius argentatus L.*), der ziemlieh langsam und träge ist und deshalb den Versuch so leicht nicht durch Hinunterlaufen vereitelt. Mittelst einer Wasserluftpumpe erreichte ich als Minimum des Druckes 100 mm. Die Thiere wurden zuerst etwas lebhafter, dann aber träger. Es schien ihnen fast Mühe zu machen, die Füsse zu lösen, jedenfalls deshalb, weil sie durch die Luftverdünnung geschwächt wurden. Schliesslich blieben sie meist still sitzen. Allerdings ist es mir nicht gelungen, durch Luftverdünnung ihren Tod herbeizuführen. Dies scheint indessen auch Blackwall nicht erreicht zu haben. Blackwall glaubte, durch diese Versuche bewogen, anfangs, sich der Ansicht einer mechanischen Anheftung zuneigen zu müssen. In einer späteren Arbeit aber (*Ann. and Mag. of Nat. Hist.* 1844, *XV, pg.* 119 *ff*) erklärte er sich für die richtige Ansicht, dass es vielmehr ein Ankleben sei. Er fand nämlich zuerst Spuren einer Flüssigkeit, wenn ein Insekt über eine Glasplatte gelaufen war. Ich habe diese Versuche am besten mit einer grossen *Ceramlycide, Saperda carcharias L.* ausgeführt. Ich liess das Thier zunächst auf einem trockenen, staubfreien Tuche umherlaufen und liess es dann die Füsse auf den Objectträger setzen, hielt es aber fest, so dass es Anstrengung machte, sich zu befreien und deshalb den Fuss fest an die Glasplatte andrückte. Entfernte ich den Fuss dann, möglichst ohne Reiben auf der Glasfläche und besah die Stelle unter dem Mikroskop, so sah ich sehr deutlich neben einigen Staubtheilchen, die fast nie fehlten, die reihenweis gestellten Tröpfchen (oder vielmehr feuchten Stellen), die von den einzelnen Haaren herrührten. Tuffen West und andere Anhänger der Saugnapftheorie stellen auch das Vorhandensein dieser Flüssigkeit gar nicht in Abrede, sie meinen aber, dass dieselbe nur so wirke, wie das Fett beim Recipienten der Luftpumpe. Tuffen West giebt sogar zu, dass die Menge der Flüssigkeit auch wohl genüge, um das leichte Thier nach dem Auspumpen der Luft noch an der Wand haften zu lassen. Hierin zeigt sich recht deutlich, dass er nur seine Theorie überall durchführen will, welche er bei den Wasserkäfern anzunehmen sich gezwungen glaubt. Wenn wir ihm nun diesen einzigen Boden

dadurch entziehen, dass wir die Hafthaare nach dem Zwecke unterscheiden, so kann sich wohl kaum noch Jemand veranlasst sehen, seiner Ansicht beizupflichten.

Die Arbeiten, die auf die von Blackwall gelieferte folgen, bringen nichts wesentlich Neues. Ich verweise deshalb auf die Angaben von Tuffen West. Tuffen West selbst lieferte in seiner Abhandlung eine Beschreibung und Abbildung vieler Formen, von Fliegen sowohl wie von Käfern und andern Arthropoden. Alles aber bezieht sich auf Haargebilde. Von Haftflächen ist nirgends weiter die Rede. Nach ihm gab noch Camerano (*Att. dei R. Accad. d. Sci. de Torino XIV*, 1879, *pag.* 1148 *ff.*) Beschreibungen und Abbildungen von Hafthaaren bei verschiedenen Käfergruppen, ohne die betreffende englische Literatur zu kennen. Auch er ist Anhänger der Saugnapftheorie.

In neuester Zeit hat Dewitz (*Sitzungsbericht d. Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin* 1882) zwei kleine Abhandlungen veröffentlicht, in denen er als der Erste auf die histologischen Verhältnisse eingeht. Dewitz führte Schnitte durch den Fuss von *Telephorus* und fand hier über den einzelnen Haaren Drüsen, an welche er je einen Nerv treten sah. Ich finde wohl viele Drüsenzellen mit meist zwei oder drei Kernen (Fig. 19), besonders massenhaft über der Fusssohle der Matrix eingelagert (*dr*), doch entsprechen dieselben keineswegs den einzelnen Haaren, ihr Durchmesser ist schon weit grösser als die Entfernung der Haare von einander. Die Nerven sind namentlich über der Fusssohle sehr zahlreich und vielfach verzweigt, sie treten aber nicht an die Drüsenzellen, sondern immer entweder direct an Haarwurzeln oder an lange, spindelförmige Zellen (Fig. 13 *gl*), die auch Dewitz beobachtete. Dieselben befinden sich zerstreut an der Sohle, am zahlreichsten aber am Rande und zwar stets unter Haaren, die bis zur Spitze fest und sehr schwer tingirbar sind. Die spindelförmigen Zellen werden also auch hier als Ganglienzellen anzusehen sein. Die Hafthaare selbst findet Dewitz von einem Kanal durchzogen, der nahe vor der Spitze in einer schwer zu erkennenden Oeffnung nach aussen münden soll. Ich finde wohl die Höhlung im Innern, aber eine Ausmündung zu beobachten ist mir niemals gelungen, auch nach Färbung mit Fuchsin nicht. Bei *Saperda*, *Phyllobius* u. A. finde ich die Zahl der der Matrix eingelagerten Drüsen weit geringer. Und in den Haftläppchen der *Dipteren*, von denen Dewitz

ausgeht, ohne über ihren histologischen Bau irgend etwas zu sagen, habe ich gar keine Drüsenzellen finden können. Die Haftläppchen scheinen vielmehr nach Art der Haaranhänge oft nur mit einem Fortsatz der Matrix gefüllt zu sein, der sich ganz gleichmässig färbt. Die untere Wandung des Läppchens wird von vielen Röhren durchsetzt, die ebenfalls mit der eingeschlossenen Substanz ausgefüllt sind. Ueber den Kanälen stehen die Hafthaare. Die Oberseite der Läppchen wird von dichten, chitinisirten Streifen überzogen, welche dieselben ausgebreitet erhalten, ohne die Biegsamkeit zu beeinträchtigen.

Die Haftläppchen mit Haaren finden sich nur bei den Dipteren und zwar meistens in der Zweizahl. In mehreren Familien ist aber noch ein mittleres mehr oder weniger ausgebildet oder das mittlere ist allein deutlich ausgebildet. Ausser bei den Käfern finden sich Hafthaare in der Sohle selbst nur noch bei *Forficula* und *Sialis*.

In Betreff der Wirkung der Haare bin ich zu demselben Resultat gekommen, wie bei den Haftflächen. Bei der Behandlung mit alkoholischer Fuchsinlösung nehmen sie nämlich namentlich in ihrem Endtheil, der keine Höhlung mehr im Innern zeigt, äusserst schnell Farbe auf, wenn die gewöhnlichen Haare noch keine Spur einer Färbung zeigen. Diese leichte Durchtränkbarkeit wird auch hier genügen, um das Haar immer feucht zu erhalten, indem die Flüssigkeit durch die Wurzel in den Hohlraum des Haares eintritt. Mit dieser meiner Ansicht stimmt allerdings nicht die Beobachtung von Dewitz überein, dass man bei einer auf einem Objectträger befestigten Fliege die Flüssigkeit aus dem Haare könne hervorquellen sehen. Ich muss aber gestehen, dass es mir niemals möglich gewesen ist, ein solches Ausströmen wahrzunehmen, und muss es deshalb nach meinen andern Resultaten in Zweifel ziehen.

Ich habe in meiner Darstellung die Hafthaare von den Haftflächen getrennt. Damit will ich aber nicht angedeutet haben, dass ich diese Eintheilung für die genetisch richtigste halte. In genetischer Hinsicht können wir wohl richtiger die Haftläppchen zwischen den Krallen den Hafteinrichtungen an der Sohle des Fusses gegenüberstellen. Es bliebe dann schon von vorn herein *Forficula* auf der Seite der Orthopteren. Ferner

stehen entschieden die beiden Läppchen bei den Hemipteren und den Dipteren einander sehr nahe. Bei einer solchen Eintheilung könnte *Tipula* den Uebergang von den Dipteren zu den Lepidopteren und *Forficula* den Uebergang von den Orthopteren zu den Coleopteren bilden. Ihrer Hafteinrichtung nach könnte man also die Insekten etwa folgendermassen eintheilen:

A. Die Haftorgane an der Fusssohle selbst.	
α. Ohne Hafthaare	*Orthoptera*
β. Mit Hafthaaren	{ *Forficula*, *Coleoptera*, *Sialis* }
B. Die Hafteinrichtungen zwischen den Krallen	
α. Ein ausgezeichneter mittlerer Haftlappen	
a. Der mittlere Haftlappen mit Chitinbogen	
1. Ausser dem mittleren Haftlappen noch Nebenlappen .	*Neuroptera*
2. Ohne Nebenlappen. . . .	*Hymenoptera*
b. D. m. H. ohne Chitinbogen . .	{ *Lepidoptera*, *Tipula* }
β. Kein ausgezeichneter unpaarer Haftlappen.	
a. Die Haftlappen behaart . . .	*Diptera*
b. Die Haftlappen ohne Haare . .	*Rhynchota.*

B. Klammer- und Fangorgane.

1. Für den sexuellen Gebrauch.

Die hierher gehörigen Organe würden z. Th. leicht mit anderen Haft- und Fangeinrichtungen verwechselt werden können, wenn sie sich nicht dadurch bestimmt unterschieden, dass sie nur dem männlichen Geschlechte zukommen. Es kommen auch hier verschiedene Principien zur Anwendung, nämlich erstens die Gegenwart eines Klebstoffes, zweitens das Wirken des Luftdruckes und drittens eine rein mechanische Einrichtung zum Festhalten. Da die sexuellen Haftorgane der ersten Reihe mit den im vorhergehenden Theil besprochenen in enger Beziehung stehen, wie es schon oben angedeutet wurde, gehe ich zunächst auf diese ein. Ein sehr gutes Beispiel von einem allmählichen Uebergang zeigen unsere *Silpha*-Arten. Während bei einigen Arten, z. B. *S. atrata L.* und *obscura L.* nur beim Männchen

und zwar nur an den Vorderbeinen, Hafthaare vorkommen, sind sie bei anderen z. B. *S. sinuata F.* in beiden Geschlechtern an den Vorderfüssen vorhanden. Und *S. punctata L.* unsere einzige Art, die fast ausschliesslich auf Gesträuch lebt, zeigt an allen Füssen, in beiden Geschlechtern fast eine gleich vollkommene Ausbildung derselben. Was nun zunächst die Erzeugung der Flüssigkeit anbetrifft, so ist hier ein wirklich von Drüsen abgesonderter Klebstoff verhanden. Es finden sich unter den einzelnen Haaren Drüsen (Fig. 20 *dr*), deren Secret durch den Kanal der Chitinhülle hindurch in das Haar gelangt. Das Haar hat eine Höhlung, die sich in dem hier meist flächenartig erweiterten Endtheil allmählich in äusserst feine Röhrchen auflöst. Der Endtheil besteht wieder aus einer lockeren Masse, welche äusserst leicht tingirbar ist und von den Röhrchen, die an der Unterfläche ausmünden, durchsetzt wird.

Wenn hier auch Hafthaare sowohl als Saugnäpfe vorkommen, so würde es doch unmöglich sein, wirklich eine Trennung vorzunehmen. Beide Arten von Organen gehen durchaus in einander über. Einerseits wird nämlich von den Saugnäpfen zugleich auch Klebstoff ausgeschieden, der hier wie das Fett beim Recipienten der Luftpumpe dienen muss. Andererseits aber ist es bei einzelnen Formen, die am Ende erweitert sind, um sich dann in einen dünnen Stiel fortzusetzen, zweifelhaft, ob schon jene Saugnapfwirkung, die allein darin besteht, dass die Mitte zuerst zurückgezogen wird, während die Ränder noch anliegen, eintreten kann oder nicht. So scheint das Hafthaar von *Feronia* (Fig. 20) schon etwas als Saugnapf wirken zu können, wie es namentlich der Querschnitt (*b' u. b''*) zeigt. Die Form der Erweiterungen wechselt oft bei sehr nahe verwandten Arten ganz ausserordentlich. Während z. B. die Haftscheibe von *Dytiscus marginalis L.* zwei sehr grosse und daneben viele kleine, runde Saugnäpfe hat, finden sich bei der sehr nahe stehenden *D. dimidiata Bergstr.* gar keine grossen, sondern nur kleine, von ganz anderer Form.

Die sexuellen Hafthaare finden sich allerdings namentlich bei den Käfern und zwar in mehreren Gruppen. Aber auch bei den *Dipteren* scheinen sie vorzukommen. So finden sich z. B. an dem stark erweiterten Metatarsusgliede der Vorderbeine von *Hilara* mehrere dickere Haare, die sehr leicht Farbe aufnehmen. Auch bei den Arten von *Platycheirus* scheinen die

feinen Haare der erweiterten Tarsenglieder so zu wirken. Doch wird in beiden Fällen vielleicht nur das mechanische Festhalten durch einen Klebestoff erleichtert. Organe zum rein mechanischen Anklammern an das Weibchen sind übrigens auch nicht selten und können an allen Beinen vorkommen. An den Vorderbeinen findet sich z. B. eine Erweiterung bei *Hydrophilus piceus L.* Und auch die schaufelförmigen Erweiterungen bei mehreren *Crabro*-Arten muss man wohl hierherziehen. Eine Hafteinrichtung an den Mittelbeinen findet sich z. B. bei *Hoplopus spinipes H. Sch.*, wo sich drei starke Zähne an dem Schenkel befinden. An den Hinterbeinen haben wir ein Beispiel bei der Gattung *Oedomera*, wo die Schenkel stark erweitert und die Schienen gekrümmt sind. Man könnte sich leicht versucht fühlen, alle Anhänge und Abweichungen, welche das Männchen vom Weibchen unterscheiden, für Klammerorgane zu halten. Doch ist das wieder zu weit gegangen. In sehr vielen Fällen wird man es auch mit Unterschieden zu thun haben, die durch geschlechtliche Zuchtwahl entstanden sind. Allerdings ist es merkwürdig, dass die Weibchen Vorliebe für derartige, oft geringfügige Anhänge zeigen sollten. Wenn wir bei den zierlichen Kopf- und Halsschildanhängen, die oft eine sehr complicirte Form zeigen, nothwendig auf Entstehung durch geschlechtliche Zuchtwahl hingewiesen sind, so dürfen wir vielleicht auch hier dieselbe Entstehungsweise annehmen. Ich führe nur einige merkwürdige Beispiele an: Die Mitteltarsen von *Anthophora aestivalis Pz.* sind bedeutend verlängert und das Endglied stark büschelförmig behaart. Bei *A. retusa Kirb.* ist es ähnlich; nur sind alle Tarsenglieder mit langen Franzen versehen. Bei *Platycheirus scutatus Meig.* finden sich unter Anderm an der Basis des Vorderschenkels eigenthümlich gebogene Schöpfe am Ende spatelig verdickter Haare etc.

2. Raubbeine.

Einrichtungen zum Festhalten der Beute finden sich auch mehr oder weniger in fast allen Gruppen, wo es überhaupt Raubinsekten giebt. Es sind fast immer Schiene und Schenkel, welche zu diesem Behufe umgewandelt sind; da sich diese von vorn herein am besten dazu eigneten. Beide stehen ja einerseits durch ein festes Charniergelenk in Verbindung und anderer-

seits ist doch auch die Muskulatur mehr dazu geeignet. Die Tarsen, die nicht einmal einen Strecker haben, sind dagegen kaum zu verwenden.

Sehr vollkommen ausgebildete Raubbeine, wie sie sich bei *Mantis religiosa L.*, *Nepa cinerea L.* etc. finden, mussten schon früh als solche erkannt werden. Es ist aber die Verbreitung der Raubbeine eine viel grössere, als man wohl glaubt. So muss man schon voraussetzen, dass namentlich bei denjenigen Raubinsekten, die keine Kiefer zum Festhalten haben, sich anderweitige Einrichtungen zum Festhalten finden lassen; und in der That finden wir bei allen Raubinsekten aus diesen Gruppen wenigstens robuste und bestachelte Beine. Bei den Hemipteren finden sich alle möglichen Uebergangsstufen, vom ausgeprägtesten Raubbeine bis zu den ersten Anfängen, die in einigen Dornen der Schienen und Schenkeln bestehen. Starke Bestachelung findet sich auch häufig unter den *Dipteren*, doch sind wirkliche Raubbeine hier selten. Eine speciell dazu bestimmt Einrichtung finde ich nur bei *Dasypogon*. Hier bildet ein gebogener Fortsatz der Schiene und der Metatarsus gewissermassen eine Zange.

C. Das Bein als Reinigungsorgan.

Wir kommen nun zu der letzten Function der Beine, die uns noch etwas länger beschäftigen muss, da wir es hierbei mit weit verbreiteten Einrichtungen zu thun haben, die noch wenig Beachtung gefunden und deshalb in ihrer weniger evident ausgeprägten Form z. Th. zu argen Missdeutungen Veranlassung gegeben haben. Ich erinnere nur daran, dass Landois (*Thierstimmen. Freiburg i. B.*, 1874, *pag.* 92) die Schienenplatte der Schmetterlinge als Gehörorgan deutete. So leicht man auch diese Theile in Wirkung sehen kann, und so deutlich sie z. Th. schon der Form nach ihren Zweck verrathen, hat man sie doch einzig und allein bei den Hymenopteren richtig gedeutet. Es muss dies um so mehr frappiren, da man doch oft beoachten kann, wie ein Insekt seinen Körper, seine Flügel, Beine und Fühler reinigt. Schon Aristoteles beschreibt dies (*Περὶ τῶν ζώων μορίων* IV, 6, 12) mit folgenden Worten: *Τούς δὲ πόδας τούς προσθίους μείζους ἔνια τούτων ἔχει, ὅπως ἐπειδὴ διὰ τὸ σκληρόφθαλμα εἶναι οὐκ ἀκριβῆ τῆν ὄψιν ἔχουσιν, τὰ προσπίπτοντα τοῖς προσθίοις ἀποκαθαίρωσι σκέλε–*

σιν· ὅπερ καὶ φαίνονται ποιοῦσαι αἵ τε μυῖαι καὶ τὰ μελιττώδη τῶν ζῴων· ἀεὶ γὰρ χαρκίζουσι τοῖς προσθίοις σκέλεσιν.

Réaumur (*Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, 1732—42, *V*, 1, *pag*. 364 *ff*.) beschreibt zuerst die Bürsten an dem erweiterten Metatarsus der Bienen genau und deutet sie richtig als Organ, das zum Zusammenbürsten der Pollen in die Körbchen der Hinterbeine dient.

Von dem eigenthümlichen Fühlerkamm an den Vorderschienen giebt zuerst De Geer (*Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes* 1752—76, *Tome II*) ausführliche Beschreibung und Abbildungen. Er spricht auch die Meinung aus, dass er wohl als Bürste diene; denn er habe die Thiere öfter sich Kopf- und Mundtheile abreiben sehen. Doch, fügt er hinzu, könne es auch zum Ablecken des Blüthenstaubes dienen. Bei den Ameisen giebt er wieder Beschreibung und Abbildung, doch meint er, lasse sich der Zweck schwer angeben. Vielleicht diene er zum Sammeln des Saftes, den die Blaatläuse ausscheiden. Vielleicht, fügt er dann auch hier hinzu, dienen sie auch zum Reinigen von Kopf, Mund und Fühlern. Auch die Schienenplatte der Schmetterlinge entdeckte er, ohne über ihren Zweck etwas aussagen zu können.

Ziemlich bestimmt spricht sich Kirby (*Monographia apum Angliae. Ipswich*, 1701, *I*, *pag*. 97) über den Zweck des Fusskammes aus. Er nennt ihn *strigilis* und sagt darüber: *His sicut strigile, antennas, ut opinor detergunt insecta Hymenoptera.* Die gegenüberliegende Haut am Schienensporn nennt er *velum* und giebt von allen Theilen Zeichnungen.

Latreille (*Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes* 1806—1809 *Bd. VIII*) war der Entdecker des Ausschnittes an den Vorderschienen mancher Laufkäfer. Doch benutzte er ihn, wie alle folgenden, nur zur Eintheilung und sagt nichts über den Zweck und den Bau.

Ratzeburg (*Die Forst-Insekten, III*, 1844, *pag*. 5) fand auch den Fusskamm des Hymenopteren und sucht ihn zu deuten. Nach einer nähern Beschreibung sagt er: „Hiermit kann man die Gewohnheit, die Fühler öfters zwischen den Vorderbeinen zu streichen, recht gut in Verbindung bringen.“ Bald nachher nennt er die etwas weniger gut ausgebildete Spornhaut bei den Blattwespen unter Anderm eine Spielerei der Natur.

Hartig (*Die Familien der Blattwespen und Holzwespen. Berlin,*

1837, *pag.* 21) spricht sich zum ersten Male bestimmt über den Zweck des Schienenspornes und des Ausschnittes der Hymenopteren aus; er hat die Einrichtuog in Wirkung gesehen.

Speyer (*Isis*, 1843, *III*, *pag.* 161 *ff.*) giebt eine ausführliche Darstellung des Vorkommens der Schienenplatte bei den Schmetterlingen, kann sich aber ihren Zweck nicht erklären.

Pérez (*Actes Soc. Linn. Bordeaux Vol.* 35. *Proc. verb. p. XXVII*) fand auch, wie ich aus dem Literaturverzeichniss des Zool. Anz. Nr. 136 ersehe, den Schienenkamm der Hymenopteren.

Nach dieser kurzen Zusammenstellung der wenigen Notizen über diesen Gegenstand komme ich zu meinen eigenen Beobachtungen. Ich kann die Bemerkung vorausschicken, dass es wenige Insekten giebt, die gar keine Einrichtungen zum Reinigen haben. Giebt es doch auch fast kein Insekt, dass man nicht einmal seine Flügel, Kopf, Fühler oder doch wenigstens seine Füsse reinigen sähe. Die einfachste Form eines Reinigungsapparates stellt sich als dichtere, feinere und gleichmässigere Behaarung an einzelnen Theilen der Beine dar, und von dieser einfachsten Form findet man alle Uebergangsstufen bis zu der zierlichen Einrichtung zur Reinigung der Fühler bei den Bienen. Durchschnittlich sind die Vorrichtungen bei denjenigen Insekten am vollkommensten ausgebildet, welche an staubigen Orten leben, und als solche Orte kann man auch besonders die Blüthen mit dem Pollen ansehen.

Einrichtungen zur Reinigung des Thorax und Hinterleibes sind am schönsten bei den Blumenwespen entwickelt. Dieselben müssen hier bei den Weibchen um so vollkommener sein, da von manchen Arten der anhaftende Blüthenstaub zusammengekehrt und an bestimmten Orten aufgehoben wird. Der Metatarsus und die Schiene sind zu diesem Zwecke dicht mit gleich langen Haaren besetzt, so dass sie den Namen Bürste in erster Linie verdienen. Es ist leicht ersichtlich, dass unter den Bienen die sog. Schienensammler die vollkommensten Bürsten besitzen müssen, da es doch einige Schwierigkeiten machen wird, den Pollen in die Körbchen der Hinterschienen zu bringen. Erleichtert wird es ihnen dadurch, dass hier auch die Bürstenhaare weich sind und etwas feucht erhalten werden. Doch ist auch bei den übrigen Blumenwespen die Einrichtung immer noch recht vollkommen zu nennen.

An die Bienen schliessen sich unter den Dipteren die *Syrphiden* an. Auch hier ist der Metatarsus, namentlich der Hinterbeine, oft erweitert und an der Innenseite dicht mit Haaren besetzt. Auch der erweiterte Metatarsus bei den *Borborinen* etc. ist nichts Anderes als eine Bürste. Bei den Fliegen kommen auch die Schienen der Hinterbeine bei der Reinigung in hervorragender Weise in Anwendung, und deshalb sind sie oft stark gebogen und an der Innenseite dicht und kurz behaart. Die Schenkel sind dann meist ebenfalls verdickt. Beides ist besonders bei den *Syrphiden* der Fall, die von allen Dipteren die fertigsten Flieger sind, bei ihnen wird daher auch Reinlichkeit besonders geboten sein. So sind z. B. bei *Syritta pipiens L.*, welche besonders gut zu rütteln vermag, die angeführten Einrichtungen im höchsten Grade ausgebildet. Die Schenkel sind hier sogar zum festen Anlegen der Schienen mit Dornen besetzt. Eine etwas dichtere Behaarung findet sich an der Innenseite der Hinterschienen aller Dipteren und Hymenopteren und auch mancher andern Insekten.

Zur Reinigung des Kopfes mit den Augen und Mundtheilen und z. Th. auch den Fühlern werden gewöhnlich die Schienen der Vorderbeine verwendet, und deshalb findet man auch an deren Innenseite fast immer eine sehr dichte und gleichmässige Behaarung, besonders deutlich bei Dipteren, Hymenopteren und Libelluliden. Daneben wird oft auch der Metatarsus verwendet.

Zur Reinigung der Fühler speciell ist meist noch eine besondere Einrichtung vorhanden, die bei den verschiedenen Insekten zwar denselben allgemeinen Bau hat, aber im Einzelnen doch bedeutende Unterschiede zeigt. Wo nur kurze Fühler vorhanden sind, fehlt sie natürlich immer. Am schönsten ausgebildet ist dieselbe bei den Hymenopteren, und bei diesen ist sie deshalb auch schon längst aufgefallen. An dem Metatarsus der Vorderbeine ist bei der vollkommensten Form, wie sie sich bei den Blumenwespen findet, ein halbkreisförmiger Ausschnitt vorhanden (Fig. 21), der mit einer Reihe eng aneinder stehender, genau gleich langer Kammzinken besetzt ist. Dem Ausschnitt gegenüber steht der Schienensporn, und dieser ist als zweiter Zangenschenkel ausgebildet. Die Innenseite des Spornes trägt eine nach innen halbmondförmig ausgeschnittene Haut, das *velum*. Die Spitze des Spornes ist etwas zurückgebogen und ermöglicht daher ein leichtes Zwischenschieben des Fühlers,

obgleich kein Muskel zum Zurückziehen desselben vorhanden ist. Wird nach Einbringen des Fühlers der Metatarsus durch den Tarsenbeuger nach vorn geneigt, so stehen die Ausschnitte genau einander gegenüber und schliessen den Fühler ein, der durch Zurückziehen des Kopfes und Vorschieben des Beines hindurchgezogen wird. Bei grossen Wespen kann man den Vorgang sehr genau mit der Lupe beobachten. Wenn man den Fühler mit etwas Säure oder Nelkenöl betupft oder auch nur berührt, so wird die Bewegung stets wiederholt ausgeführt.

Bei den meisten Ameisen befinden sich auch an dem Ausschnitt des Spornes anstatt der Haut kammförmig gestellte Borsten (Fig. 22). Es ist dies ebenfalls eine sehr vollkommene Bildung, wie es sich schon von den Ameisen erwarten liess, da sie viel in Staub und Erde umherlaufen. Bei vielen Hymenopteren sieht man eine Umwandlung des *velum* in einen solchen Kamm, indem die Kammzähne nur an der Spitze vorhanden sind, während am Grunde noch eine zusammenhängende Haut existirt. Dies ist z. B. bei den meisten *Vespiden*, *Chrysiden*, *Crabronen* etc. der Fall. Ein Anfang von Kammzinken zeigt sich z. B. bei *Campoplex*, wo auf der Haut nur schwache Spitzchen stehen. Es kann übrigens auch gleichzeitig mit dem *velum* ein Kamm vorhanden sein, wie wir es bei vielen *Ichneumonen* bemerken, am schönsten bei *Ophion*, *Trogus* und andern. Es kann hierbei entweder der Kamm bedeutend vorwalten, wie bei *Tryphon* und namentlich bei *Anomalon* oder andererseits kann der Hautsaum stärker sei, wie bei *Campoplex*. Wir brauchen also nicht anzunehmen, dass der Spornkamm der *Formiciden* aus einem Hautsaum entstanden ist, sondern er kann direct aus Borsten hervorgegangen sein. Bei manchen Hymenopteren fallen *velum* und Kamm ganz aus. Sehr schwach sind sie schon bei manchen *Ichneumonen* ausgebildet, z. B. bei *Cryptus*. Bei den *Pteromalinen* ist meist nur noch der Sporn gebogen und innen etwas länger beborstet und bei *Abia* und *Hylotoma* findet sich allein noch die etwas stärkere Beborstung.

Die Abstufungen finden sich in derselben Weise auch am Ausschnitt des Metatarsus: Während er bei den *Apiden*, so namentlich bei *Nomada* (Fig. 22) vollkommen halbkreisförmig und äusserst regelmässig mit Kammzinken besetzt ist, verschwindet er bei manchen *Tenthrediden* vollkommen. Schon bei einigen Blumenwespen wird der Ausschnitt flacher, dann folgen

die übrigen *Aculeaten*. Bei den *Ichneumonen* ist er z. Th. schon recht flach; bei *Cynips* (Fig. 23) ist er fast gar nicht mehr vorhanden und nur noch durch zerstreut stehende stumpfe Borsten angedeutet. Bei den Blattwespen, die ja auch ihrer Lebensweise gemäss wenig mit Staub in Berührung kommen, ist er nur noch im Genus *Macrophya* deutlich erkennbar, während er bei den andern fast unmerklich ist (Fig. 15), namentlich da, wo auch die Spornhaut fehlt.

Der Einrichtung bei den Hymenopteren kommt diejenige der Lepidopteren (Fig. 24) am nächsten. Sie unterscheidet sich besonders dadurch, dass der Sporn hier in die Mitte der Schiene gerückt ist. Man hat ihm hier deshalb einen besonderen Namen, Schienenplatte, gegeben. Die Schienenplatte fehlt bei den meisten Tagfaltern mit stärker geknopften Fühlern und ist bei manchen Nachtfaltern mit stark gekämmten Fühlern rudimentär geworden. Abgesehen davon, dass es bei beiden fast unmöglich wäre, die Fühler durch eine enge Oeffnung zu ziehen, muss man jedenfalls auch annehmen, dass die Erweiterungen der Fühler einen anderweitigen Schutz für diejenigen Organe gewähren, welche die besondere Einrichtung zum Reinigen nothwendig machen, ich meine das höchst wahrscheinlich am Fühler sich findende Geruchsorgan. Der Form nach ist der Sporn dem der Ameisen ziemlich ähnlich. Er trägt keine eigentlichen Schuppen, ist aber dicht mit schuppenartigen Hervorragungen und kurzen Stacheln der Chitinhülle selbst bedeckt. Am innern, der Schiene zugewendeten Rande, werden die Stacheln länger und namentlich steht unmittelbar am Rande eine dichte Reihe von längern Borsten. Bei *Sphingiden* (Fig. 25) und *Noctuinen* haben diese auch die eigenthümliche Abstumpfung, die sie bei den *Formiciden* zeigen. Das Ende des Spornes ist ebenfalls meist ein wenig zurückgebogen. Auf demselben liegt gewöhnlich ein dichtes Büschel von langen, haarförmigen Schuppen (Fig. 24 s), das entschieden mit als Feder zum Andrücken dient. Einen starken Nervenast, wie ihn Landois angiebt, konnte ich nicht in den Sporn eintreten sehen. Es wäre sonst ja nicht geradezu unmöglich, wenn auch sehr unwahrscheinlich, dass sich in dem Schienensporn auch chordontonale Organe befinden. Auch Graber erwähnt sie hier nicht, scheint sie hier also auch nicht gefunden zu haben. Dem Sporn gegenüber befindet sich auch hier eine leichte Ausbuchtung, die aber nicht

am Metatarsus, sondern wegen der veränderten Stellung des Spornes an der Schiene selbst liegt.

Bei den *Neuropteren*, z. B. den *Phryganeen*, die doch auch frei vorragende, fadenförmige Fühler besitzen, finde ich keine analoge Einrichtung an den Vorderbeinen. Sie dürfte hier aber auch wohl kaum erforderlich sein, da diese Thiere doch an feuchten, staubfreien Orten leben.

Eine ähnliche Einrichtung, wie bei den *Lepidopteren* findet sich bei einer Käfergruppe, den *Carabiden* (Fig. 26). Es ist hier bekanntlich ein Ausschnitt an den Vorderschienen vorhanden, der längst bei Bestimmung der Käfer berücksichtigt wird, den aber meines Wissens noch Keiner zu erklären versucht hat. Auch hier kann man sich, wie bei den Hymenopteren und Lepidopteren leicht überzeugen, dass die Fühler beim Reinigen durch den Ausschnitt hindurchgezogen werden. Der eine Sporn ist auch hier allerdings von der Spitze der Schiene zurückgetreten, er scheint indessen, obgleich er unter dem Ausschnitt steht, wenig an der Bildung Theil zu nehmen. Der Einschnitt ist immer etwas schräge, so dass er bei senkrechter Ansicht des Beines nicht als ein Kreisabschnitt erscheint. Auf dem scharfen Rande zieht sich eine dichte, kammartige Reihe von etwas stumpfen Borsten hin, die sich bis ans Schienenende fortsetzt und hier quer über den untern Rand verläuft. Dem Ausschnitt gegenüber stehen eine oder zwei feine, lange Borsten (Fig. 26 b). Sie sind doppelt gebogen und zwar so, dass die untere Biegung den Ausschnitt zu einem fast vollkommenen Kreise ergänzt, das obere Ende aber abwärts gerichtet ist. Beim Einbringen der Fühler schiebt sich dieser zunächst unter das abstehende Ende, drängt die Borste zur Seite und wird nun der Länge nach durch den Ausschnitt gezogen. Am vollkommensten schliesst sich der Kreis bei *Bembidium*. Es sind hier vor dem oberen Ende noch einige gebogene Borsten vorhanden (Fig. 27 r), die ein Hineingleiten des Fühlers in den Einschnitt nicht hindern, ein Austreten aber unmöglich machen. Bei den *Carabiden* kann man ein allmähliches Aufrücken des unteren Spornes und damit des Ausschnittes nach der Spitze verfolgen und sieht nun den Ausschnitt zu einem Spalt werden, der an der Unterseite des Schienenendes fast in der Längsrichtung des Fusses liegt. *Notiophilus* (Fig. 28) bildet ungefähr

eine mittlere Uebergangsstufe. Bei *Carabus* stehen schon beide Sporne am Ende. Die Reinigung durch den Spalt geschieht in der Weise, dass der Fuss auf den Fühler gesetzt und dann der letztere hervorgezogen wird.

Eine ganz andere Einrichtung finden wir bei den Kurzflüglern. Hier wird der Fühler beim Reinigen durch die Kniebeuge gezogen, nachdem der Fuss darüber gestellt ist und wieder den Boden berührt. Am vollkommensten ausgebildet ist die Einrichtung bei *Lathrobium* (Fig. 29). Auch hier findet sich an den Vorderschienen ein Ausschnitt, aber näher der Wurzel. Er läuft von der Wurzel aus schräge nach aussen, ist aber nicht nur mit einer Dornreihe, sondern mit vier regelmässigen und ein oder zwei unregelmässigen versehen, so dass das Ganze einer Kartätsche nicht unähnlich ist. Diesem Ausschnitt gegenüber befindet sich am Schenkel gleichfalls eine Ausbuchtung, an dessen oberer Seite auch eine kurze Reihe von Borsten steht.

Schon bei der mit *Lathrobium* nahe verwandten Gattung *Cryptobium* fällt die Dornenreihe an der Ausbuchtung des Schenkels weg und der Ausschnitt der Schiene ist viel flacher. Bei den allermeisten Gattungen fehlt aber der Ausschnitt am Schenkel ganz und auch der Ausschnitt der Schienen mit den Kammreihen verliert sich mehr und mehr. Bei *Paederus* ist noch der Ausschnitt sowohl als die Kammreihen erkennbar, bei *Philonthus* ist nur noch eine Reihe deutlich, während der übrige Theil der innern Schienenseite dicht beborstet ist. Bei *Stenus* schliesslich und vielen andern finden sich überhaupt nur noch dichtstehende Haarborsten auf der Innenseite.

Die *Carabiden* und *Staphylinen* sind die einzigen Käfergruppen, bei denen ich besondere Einrichtungen zur Reinigung der Fühler fand. Es dürften dies aber auch die einzigen sein, bei denen sie wirklich nothwendig sind. Die allermeisten Käfer schützen ihre Fühler dadurch vor Staub, dass sie sie in eine besondere Grube oder doch unter den Rand des Halsschildes und Kopfschildes legen und die übrigen, wie z. B. die Bockkäfer, leben meist auf Laub, wo sie der Reinigungsorgane noch weniger bedürfen.

Auch bei allen Orthopteren findet man keine Organe speciell für die Reinigung der Fühler. Es kann dies um so mehr auffallen, da einige fast nur an staubigen Orten leben und dabei vorstehende Fühler haben, wie z. B. *Forficula*. Wie

man sich aber leicht überzeugen kann, tritt hier ein anderes Mittel ein. Die Fühler werden nämlich, wie bei den *Myriopoden* mit den Kiefern gereinigt und mit den Vorderfüssen nur heruntergebogen.

Für den Rüssel ist nur sehr selten eine besondere Einrichtung zur Reinigung vorhanden. Bei den Fliegen mit vorstehendem Rüssel muss die dicht behaarte innere Seite der Schienen, die zur Reinigung des Kopfes überhaupt dient, diese Function mit übernehmen. Bei den allermeisten Hemipteren dient ausserdem eine Stachelreihe am Ende der Schienen dazu. Nur bei einer Wanzengattung, *Nabis*, die besonders zwischen Laub und Pflanzen an der Erde lebt, ist eine vollkommenere Einrichtung vorhanden. Ausser den kammförmigen, dickeren Zinken vor dem Ende der Schiene ist hier am Ende der Innenseite ein Fortsatz vorhanden (Fig. 30 u. 31), der mit äusserst dichten und feinen Härchen besetzt ist. Will dass Thier damit seinen Rüssel reinigen, so hebt es die beiden Vorderbeine, nimmt das obere Ende des Rüssels zwischen die Bürsten und streicht nun mit beiden zugleich hinunter. Auch die Fühler werden in der gleichen Weise behandelt.

Da die Hafthäute der Füsse stets feucht erhalten werden, sind sie natürlich der Beschmutzung durch Staub besonders ausgesetzt, zumal bei den Thieren, welche Hafthaare besitzen. Die Einrichtung kann also dem Thier nur dann von Nutzen sein, wenn es im Stande ist, den Staub wieder zu entfernen. Trotzdem findet sich in einigen Fällen, z. B. bei *Locusta*, Nichts, was auf eine solche Function hindeutet. Gleichwohl weiss sie den Staub recht gut zu entfernen. Beobachtet man diese Heuschrecke, wenn sie an einer Glasscheibe empor steigt, so sieht man, dass sie von Zeit zu Zeit inne hält und nacheinander alle Füsse, auch die Hinterfüsse, an den Mund bringt um sie mit den Kiefern vom anhaftenden Staube zu befreien. Die Hymenopteren reinigen nur die Vorderfüsse mit den Kiefern, während zur Säuberung der Mittel- und Hinterfüsse die Schienensporne dieser Beine dienen, welche häufig an der Innenseite gezähnt sind, und bei Insekten, die sich meist im Staube aufhalten, wie manche *Pompilinen*, sogar schön gekämmt sind (Fig. 32).

Die übrigen Insekten scheinen sämmtlich auch die Vorderbeine nicht mit dem Munde zu reinigen. Bei allen mit saugenden Mundtheilen ist dies ja auch nicht wohl möglich.

Die Hemipteren besitzen am Ende der Schienen eine Reihe dicht stehender Borsten, über die die Füsse wechselweise hinweggezogen werden. Aehnliche Einrichtungen finden sich bei Käfern, z. B. manchen *Chrysomelinen*. Das mit Kammzähnen besetzte Schienenende verbreitert sich hier bisweilen sogar etwas, so namentlich bei *Gonioctena*, einer Gattung, die sogar ihren Namen von dem Fusskamme erhalten hat. Bei den Rüsselkäfern ist ein vollkommener Kranz von Borsten vorhanden. Viele Käfer, so namentlich die meisten Chrysomelinen, zeigen, wie auch die Dipteren, an den Seiten der Schienen, nahe vor dem Ende eine dichte Behaarung. Auch unter dieser Behaarung kann ein Höcker vorkommen, wie er sich an den Mittelschienen, z. B. von *Astynomus* und namentlich von *Lamia* findet. Bei *Clivina* scheint sogar ein Ausschnitt am Metatarsus der Vorderbeine zu demselben Zwecke vorhanden zu sein.

Wir haben versucht, uns den Bau des Insektenbeines durch Betrachtung seiner verschiedenen Functionen zu erklären. Wenn uns dies auch im Allgemeinen wohl annähernd gelingen konnte, so bleiben doch immer räthselhafte Eigenthümlichkeiten übrig, die dem Organismus eher zum Schaden als zum Vortheil zu gereichen scheinen. Einige der theilweise recht sonderbaren Bildungen lassen sich entschieden auf Mimicry zurückführen. Dahin gehören z. B. die stark flächenhaft ausgebildeten Beine mancher exotischer Orthopteren. Sie dienen dazu, das ganze Thier gewissen lappigen Blattgebilden nur noch ähnlicher zu machen. Bei anderen Thieren, welche kleinen Aesten oder Zweigen gleichen, wie z. B. *Phasma*, stellen die Beine die Seitenäste dar. Ebenso unterliegt es keinem Zweifel, dass unser *Berytus tipularius L.* mit seinen langen, am Ende der einzelnen Glieder verdickten Beinen Aehren der Rispengräser nachahmt, auf denen man ihn meistens findet. Schwieriger wird die Beurtheilung mancher Formen, bei denen gleichzeitig mit der Umbildung durch Mimicry Factoren auftreten, welche jener theils entgegenwirken, theils sie in bestimmter Weise modificiren. Dies ist z. B. bei den schon oben (S. 39) besprochenen *Syrphiden* der Fall. Bekanntlich ahmen dieselben fast sämmtlich Wespen, Bienen oder Hummeln nach. Diese Nachahmung beschränkt sich aber nicht auf Form und Farbe des trunkalen Körpertheils, sondern erstreckt sich auch auf die Beine. Nun sind aber die Beine der Blumenwespen besonders robust und stark behaart,

einestheils, weil sie die Bürsten tragen, die zum Zusammenkehren des Blumenstaubes dienen und andererseits, weil die Staubbehälter sich oft auch auf den Beinen selbst befinden. Wir können also erwarten, dass auch die Beine dieser Fliegen stark verdickt sein werden, so stark, dass man ihre Form aus ihrer Funktion als Reinigungsorgan allein keineswegs erklären kann.

In ähnlicher Weise dürften vielleicht auch die langen, leicht zerbrechlichen Beine der Tipuliden durch gleichzeitiges Einwirken verschiedener Factoren entstanden sein.

Manche Bildungen bleiben aber von allen diesen Gesichtspunkten aus betrachtet vollkommen räthselhaft, wenn man nicht den Insekten eine besondere Vorliebe für bestimmte Formen vindiciren will.

So wüsste ich mir manche Anhänge, z. B. die hübsche Befiederung der Mittel- und Hinterbeine von *Empis pennipes* und die gleiche Befiederung am Mittelmetatarsus von *Dolichopus plumipes*, ferner die messerförmige Gestalt der Beinglieder von *Platycnemis pennipes Pall.* und zahlreiche ähnliche Bildungen nicht anders zu erklären.

Erklärung der Tafeln.

1. Schematischer Längsschnitt durch ein Vorderbein von *Telephorus lividus L. kr*, Kralle; *s*, Sehne des Krallenbeugers (*f. u.*); *f. t.*, Tarsenbeuger; *f. s.*, Schienenbeuger; *e. s.* Schienenstrecker, *pr.*, Schenkeldreher; *e. p.*, Trochanterstrecker; *f. p.*, Trochanterbeuger.
2. Mittlerer Längsschnitt durch das Ende des letzten Tarsengliedes von *Locusta cantans Charp. st.*, Streckplatte; *s.*, Sehne des Krallenbeugers; *e.*, elastische Chitinhaut.
3. Theil der drei letzten Tarsenglieder von *Telephorus* im Längsschnitt (schem.). *s.*, Sehne des Krallenbeugers; *z.*, Gelenkzapfen des vorletzten Gliedes: *h.*, hemmender Rand für das letzte Glied. (Die folgenden Fig. von demselben Thier.)
4. Querschnitt durch das letzte Tarsenglied, nahe vor dem distalen Ende; *st.*, Streckplatte; *e.*, elastische Chitinhaut; *g.*, häutiger Fortsatz der Streckplatte; *m.*, zurückgetretene Matrix von *g.* und *st.*
5. Querschnitt durch den Trochanter mit dem proximalen Ende des Schenkels (*sch*). *tr.*, Tracheenstämme; *n.*, Fussnerv; *pr.*, Schenkeldreher.
6. Hüfte nebst Trochanter des ersten Beinpaares im Längsschnitt. *tr.*,

Tracheenstämme; *n.*, Nervenzweig; *e. p.*, Trochanterstrecker; *f. p.*, Trochanterbeuger; *pr.*, Schenkeldreher; *ch.*, Endigung eines Nerven in ein chordotonales Organ.

7. Querschnitt durch die Schiene nahe vor dem distalen Ende. *tr.*, Tracheenstamm; *n.*, Nervenzweige; *f. t.*, Tarsenbeuger; *s.*, Sehne des Krallenbeugers; *x.*, eigenthümlich faltiges Organ in der Schiene.
8. Vorderfuss von *Clivina fossor L.*
9. Letztes Tarsenglied von *Hydrometra lacustris L.*
10. Fussende von *Scatella aestuans Hal.*
11. Querschnitt des Fusses von *Locusta cantans Charp.* *st.*, Stäbchenschicht der Sohle; *m.*, Matrix derselben; *m'*, Matrix der übrigen Chitinhülle; *gl.*, Ganglien der Sohle; *gl'*, Ganglien unter einem Tasthaar; *dr.*, Theile des zellig-blasigen Bindegewebes; *n.*, Nervenstränge; *tr.*, Tracheenstrang; *fl.*, Sehne des Krallenbeugers.
12. Fussende von *Tenthredo instabilis Klug.* von der Unterseite; *st.*, Streckplatte; *kr.*, Kralle; *h.*, Haftläppchen; *b*, Chitinbogen in demselben.
13. Dasselbe von oben. *d.*, Chitinplatte.
14. Fussende von *Vespa crabro L.* im Längsschnitt. *st.*, Streckplatte; *h.*, Haftläppchen; *b.*, Chitinbogen; *d.*, Chitinplatte.
15. Vordertarsen von *Tenthredo aucupariae Klug.* *kr.*, Kralle; *h.*, Haftläppchen; *ht.*, Haftläppchen am Ende der Tarsenglieder; *sp.*, Schienensporne.
16. Seitenansicht eines Fussendes von *Limnophilus vibex. Curt.* *kr.*, Krallen; *h.*, Haftläppchen; *d.*, Chitinstab; *b.*, Nebenläppchen (das vordere entfernt).
17. Fussende von *Pieris aurora L.* A. Seitenansicht, B. Ansicht von oben. *kr.*, Krallen; *h.*, Haftläppchen; *b.*, Nebenläppchen.
18. Fussende von *Pachyrhina pratensis L.* *kr.*, Krallen; *h.*, Haftläppchen. A. von der Seite, B. von oben.
19. Theil eines Querschnittes durch das hintere Ende eines Fussgliedes von *Telephorus lividus L.* *ch.*, Chitinhülle; *m.*, Matrix derselben; *dr.*, Zellen des zellig-blasigen Bindegewebes; *gl.*, Ganglien; *th.*, Tasthaare; *hh.*, Hafthaare (an dieser Stelle spitz auslaufend).
20. Theil der Sohle eines Vorderfusses von *Feronia vulgaris L.*, mit den sexuellen Hafthaaren des ♂. Aus dem durchschnittenen Haar *a* sieht man die Klebflüssigkeit austreten (die in der gezeichneten Weise bei einem meiner Schnitte beim Austreten gefärbt und so an mehreren Haaren erhalten ist); b' und b'' Hafthaare, deren untere Haftfläche durchschnitten ist); β, ein sie ausgebreitet erhaltender Chitinstrang; *d.*, ein vollständiges Hafthaar; *c.*, Chitinhülle mit den Drüsengängen; *dr.*, Theile der Drüsen.
21. Reinigungsorgan von *Nomada Marshamella. Kirb.* *str.*, Metatarsusausschnitt; *sp*, Schienensporn; *v.*, Haut an demselben.

22. Fuss von *Myrmica laevinodis Nyl.* *str.*, Ausschnitt des Metatarsus; *sp.*, Schienensporn; *kr.*, Krallen; *h.*, Haftläppchen.
23. Metatarsus von *Cynips radicis F.* *sp.*, Schienensporn.
24. Schiene von *Opisthograptis crataegata L.* *sp.*, Schienenplatte; *s.*, Schuppenbüschel.
25. Schienenplatte von *Sphinx ligustri L.*
26. Vorderbein von *Harpalus rufibarbis F.* *sp*[1] und *sp*[2], oberer und unterer Schienensporn; *b.*, zwei Borsten vor dem Schienenausschnitt.
27. Ende der Vorderschienen von *Bembidium quadriguttatum F.* *sp*[1] und *sp*[2], unterer und oberer Schienensporn; *b.*, eine Borste vor dem Ausschnitt; *r.*, einige gekrümmte Borsten am Ende des Ausschnittes.
28. Ende der Vorderschienen von *Notiophilus palustris Duft.*
29. Vorderbein von *Lathrobium brunnipes. F.*
30. Vorderfuss von *Nabis ferus L.*
31. Schienenende von demselben Fuss. *k.*, Kammreihe; *b*, Bürste.
32. Ende der Hinterschiene von *Priocnemis fuscus F.*
33. Fuss von *Phyllobius argentatus L.*

Lebenslauf.

Ich, Karl Friedrich Theodor Dahl, wurde geboren am 24. Juni 1856 zu Rosenhöfer Brök bei Oldenburg in Holstein. Nachdem mein Vater 1858 den kleinen Hof Bockhorst bei Cismar gekauft hatte, besuchte ich bis zu meiner Confirmation die Schule zu Kellenhusen. Ich widmete mich dann zunächst der Landwirthschaft, setzte aber 1 ½ Jahre später meinen Entschluss durch zu studiren. Seit Michaelis 1873 besuchte ich das Gymnasium zu Eutin von der Quarta an und bestand Michaelis 1879 die Maturitätsprüfung. Ich diente nun zunächst als Einjährig-Freiwilliger in Leipzig und widmete mich dann dem Studium der Naturwissenschaften und Mathematik. Ausser in Leipzig studirte ich in Freiburg i. B., in Berlin und seit 1882 hier in Kiel.

Ich besuchte die Vorlesungen der Herren Professoren: Bücking, Credner, Engler, B. Erdmann, Hankel, Helmholtz, Hensen, G. Karsten, Kolbe, Kny, Ladenburg, R. Leuckart, Lindemann, K. Möbius, Pinner, Pochhammer, Stickelberger, Weismann, Windelband, Wundt und Zirkel und der Herren Doctoren Himstedt, Kalkowsky, Kayser und Rügheimer.

Allen meinen Herren Lehrern sage ich meinen herzlichsten Dank.

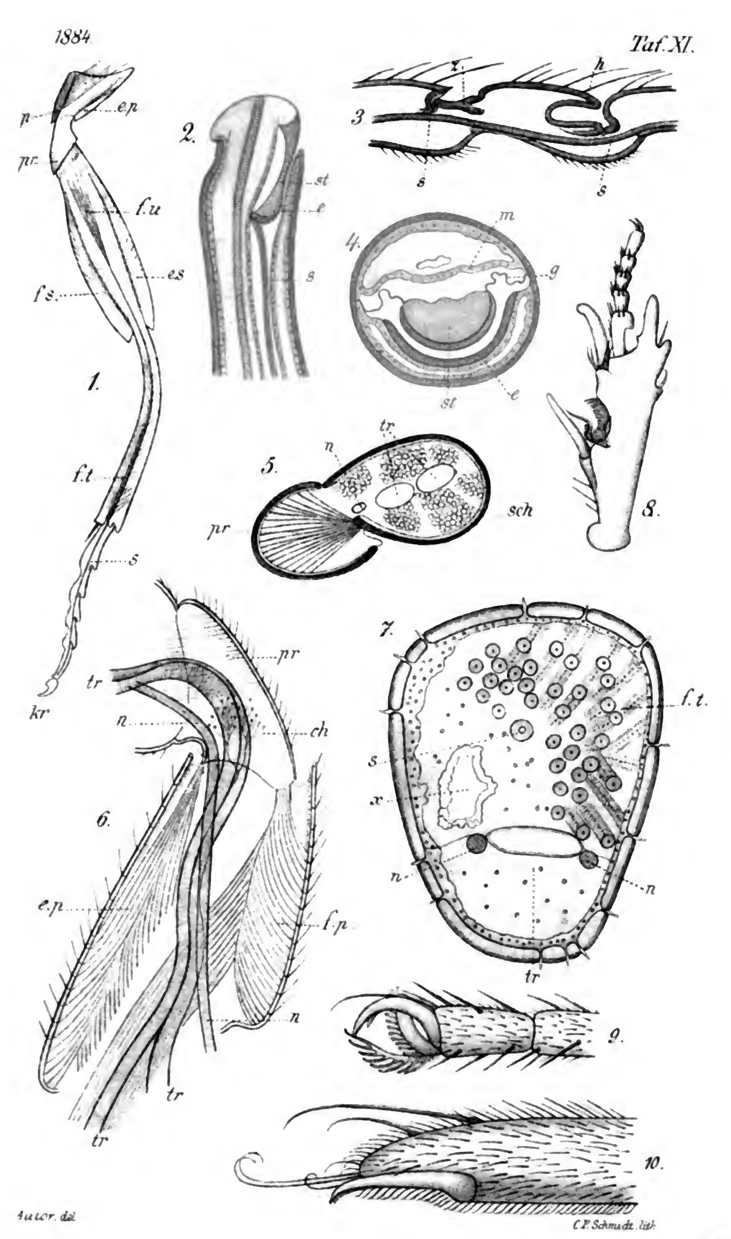
Thesen.

1. Gegen die Annahme einer fortdauernden Urzeugung sprechen schon die Grundsätze der Descendenztheorie.
2. Das „zellig-blasige Bindegewebe" Leydig's hat bei den Arthropoden theilweise die Function, die Bewegung innerer Organe zu ermöglichen.
3. Die Bezeichnungen der Farben sind aus der Art ihres Vorkommens in der Natur entstanden.
4. Die Entstehung chemischer Verbindungen wird mitunter durch die Gegenwart schon vorhandener Mengen derselben Verbindung eingeleitet.

Opponenten.

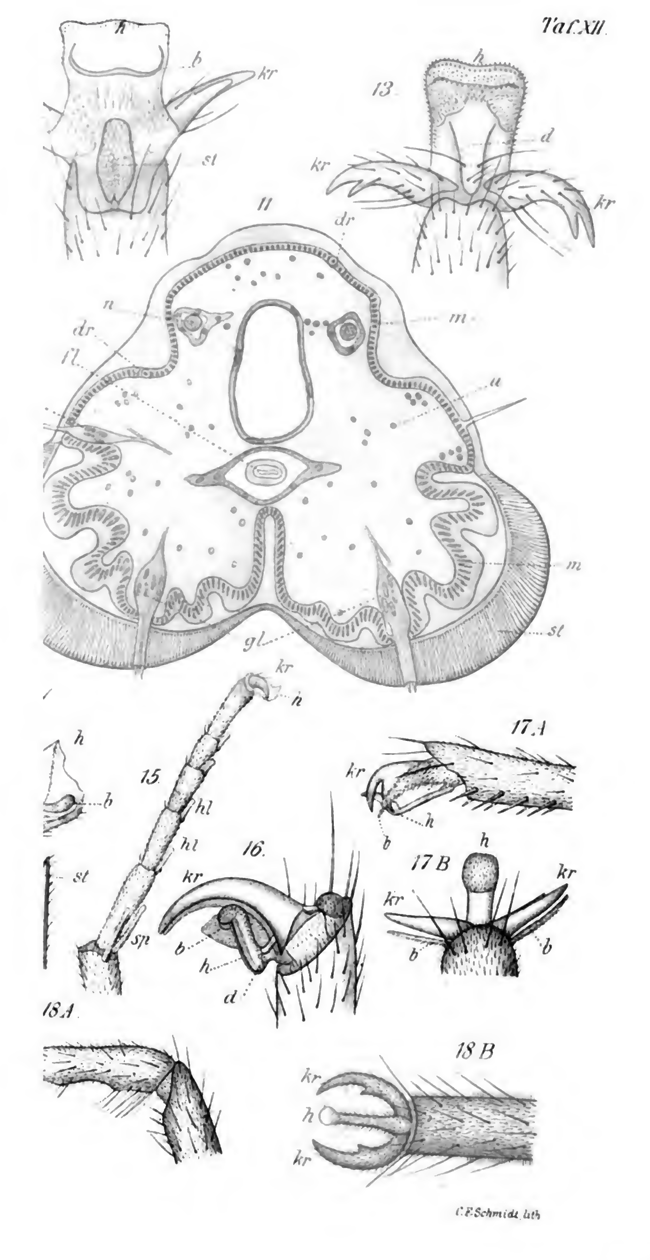
Herr cand. phil. Harro Esmarch.
„ cand. med. Otto Möbius.
„ stud. med. Ferdinand Maack.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

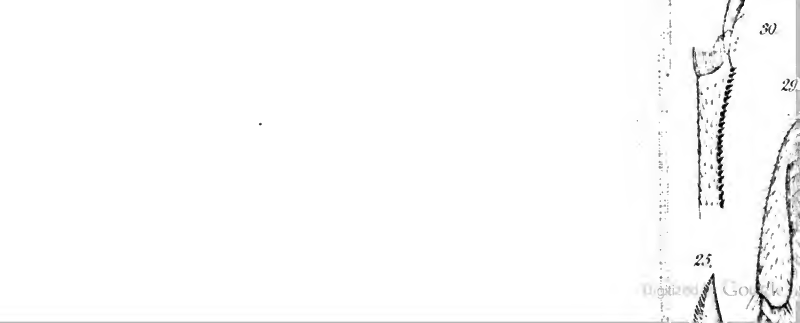


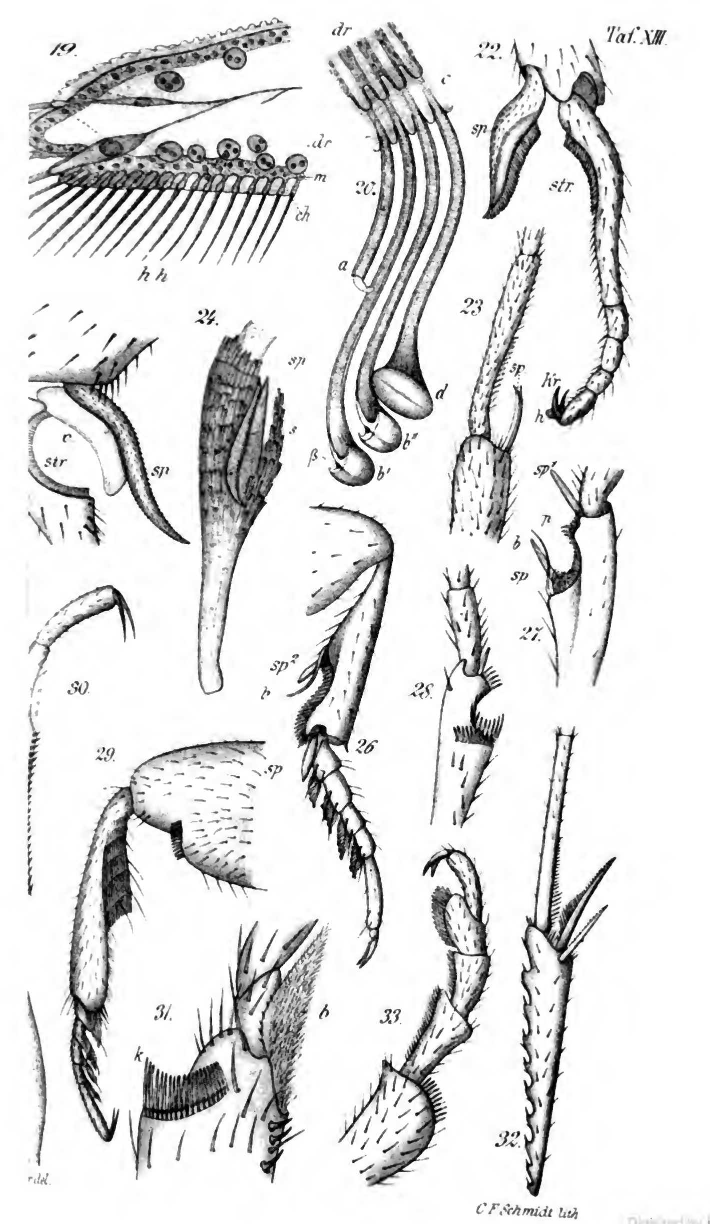
Autor del.   C.F. Schmidt lith.


14.
d
18.1



C. F. Schmidt, lith.


30
29
25


Taf. XIII
19.
dr
m
ch
h h
20.
c
a
d
b''
b'
β
22.
sp
str
Kr
h
23
24.
sp
s
c
str
sp
26
sp²
p
27.
28.
29.
sp
30.
31.
k
b
32.
33.
C F Schmidt lith

